

森林総合研究所研究報告 第 19 卷 3 号 (通巻 455 号) 2020. 10

目 次

総 説

アカマツの窒素利用特性と生育適地の関係

— 林木の栄養生理における一考察 —

赤間 亮夫、溝口 岳男、長倉 淳子221

論 文

林試の森公園 (東京都) におけるチョウ類相の変遷

井上 大成245

短 報

林木育種における QR コードラベルの屋外耐久性実験

松永 孝治、竹田 宣明、福山 友博、武津 英太郎、

栗田 学261

森林作業道の情報化施工に供する油圧ショベルの姿勢演算精度

山口 浩和、鈴木 秀典、佐々木 達也、市川 作雄、

山内 延恭269

研究資料

昭和初期の国有天然林調査報告書の発見

新山 馨、柴田 銃江、黒川 紘子、松井 哲哉、大橋 春香、

佐藤 保275

Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute
Vol.19 No.3 (No.455) October 2020

CONTENTS

Review article

- Relationship between nitrogen utilization characteristics and suitable growth area for *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. A consideration on nutritional physiology of forest trees
Akio AKAMA, Takeo MIZOGUCHI and
Junko NAGAKURA221

Original article

- Changes in butterfly fauna of Rinshinomori Park, Tokyo, central Japan
Takenari INOUE245

Short communication

- Durability test of QR code labels for forest tree breeding
Koji MATSUNAGA, Nobuaki TAKEDA,
Tomohiro FUKUYAMA, Eitaro FUKATSU and
Manabu KURITA261
- Posture estimation accuracy of an excavator for information oriented construction of forest work road
Hirokazu YAMAGUCHI, Hidenori SUZUKI, Tatsuya SASAKI,
Sakuo ICHIKAWA and Nobuyasu YAMAUCHI269

Research record

- Discovering original research reports from government-owned natural forests in the early Showa era
Kaoru NIIYAMA, Mitsue SHIBATA, Hiroko KUROKAWA,
Tetsuya MATSUI, Haruka OHASHI and Tamotsu SATO ...275

総 説 (Review article)

アカマツの窒素利用特性と生育適地の関係 ー林木の栄養生理における一考察ー

赤間 亮夫¹⁾、溝口 岳男²⁾、長倉 淳子^{3)*}

要旨

森林は本来養分の少ない環境であるが、大気汚染は窒素の負荷の増大という面がある。大気汚染等の環境の変動が森林に及ぼす影響を考える際には、アカマツのようなやせ地に適応した樹木の特性を知ることが重要である。アカマツの適地とされる土壌は酸性が強く、相対的にアンモニア態窒素の供給量が多いと考えられる。水耕や土耕試験では、アンモニア態窒素を施用した場合にアカマツ苗の成長は優れることなどから、アカマツは好アンモニア性と考えられる。アカマツの樹体内の遊離アミノ酸としては、グルタミンとアルギニンが多く、根から地上部への転流形態としてはグルタミンが主である。根や針葉、および木部に存在する水にはほとんど硝酸態窒素は検出されない。アカマツ苗に吸収された無機態窒素は、根の呼吸活動と関連しながら、アミノ酸態へと同化されると考えられる。野外に生育する複数の樹種の中で比較すると、アカマツの葉は塩基類、特にカルシウムの含有率が低い。スギでは吸収した硝酸態窒素の一部は、電気的バランスをとるためにカルシウムを伴って転流し地上部で還元されていると考えられるが、アカマツは、主な窒素源としてアンモニア態を利用しており、硝酸態を吸収した場合には根において速やかに還元・同化する。アカマツは樹体内に硝酸態の窒素を保留しないことにより、塩基類の要求性が低いため、土壌が酸性で、塩基類の不足している環境に適応していると考えられた。

キーワード：遊離アミノ酸、アンモニア、硝酸、硝酸還元、塩基、カルシウム、転流

1. はじめに

酸性雨など大気汚染が森林に及ぼす影響を考える際には、大気汚染の主な原因が窒素化合物であることを考慮すべきであろう。森林の樹木の成長に影響する要素としては、養分条件の中では窒素が最も重要だと考えられる(佐藤 1971, van Groenigen et al. 2015) からである。自然状態の森林の樹木は、その利用する養分の主な供給源は落葉落枝であり、少量の養分を循環利用して生活している。農作物と比べれば森林の樹木は養分の少ない環境に適応して進化してきたと考えられる。中でもアカマツ(*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) は、主な造林樹種の中でもやせた土地に生育できる樹種とされている(佐藤 1983 など)。アカマツの栄養生理的特性を解明することは、養分の少ない条件に適応した森林の樹木の基礎的な特徴を明らかにするうえで有効であり、林業ばかりでなく環境変動に伴う森林衰退に対処するためにも役立つと考えられる。

アカマツは、スギ(*Cryptomeria japonica* D. Don)、ヒノキ(*Chamaecyparis obtusa* Endl.) と並んで我が国の主要な造林樹種の一つだが、スギが山地の中でも沢付近に植栽され、ヒノキが斜面中腹に植栽されるのに対し、アカマツは尾根筋に植栽されることが一般的である。これは

適地適木という言葉で表現される考え方に基づいており、この3樹種においてはその土壌水分条件に対する反応、すなわちスギは湿潤な土壌に適し、ヒノキは中程度であるのに対し、アカマツは乾燥気味の土壌に適していると考えられている(佐藤 1950, 四手井 1963) ことが適地を考える際の主な要因となっていると思われる。スギとヒノキの比較では、スギの成長における水利用効率は乾燥条件になっても変化が見られないのに対し、ヒノキでは乾燥処理により水利用効率の向上が見られるなどの違いがある(長倉ら 2002, 2003)。一方、スギとヒノキの養分含有率には大きな違いは見られないようであるが、この2樹種に対してアカマツは塩基類の含有率が低いという栄養生理的特徴を持っているようである(柴田 1960)。さらにアカマツは、生育状態は必ずしも良好とはいえないが、湿地などにも生育している(塘 1962) ことから、アカマツの天然分布に関する土壌水分条件以外の要因が考えられる。アカマツの適地とされる斜面上部の土壌 pH は低いとされているが、低湿地でも有機物の堆積により pH の低い所が存在する(吉野 1981)。林木の立地適性を考える際に、土壌の pH 条件などにも目を向ける必要があると考える。

我が国のような湿潤な気候条件下では、土壌からカル

原稿受付：令和2年1月20日 原稿受理：令和2年6月30日

1) 元森林総合研究所 震災復興・放射性物質研究拠点

2) 森林総合研究所 関西支所

3) 森林総合研究所 立地環境研究領域

* 森林総合研究所 立地環境研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1

シウム、マグネシウム、カリウムなどの塩基類の流亡が進行するため、土壌は一般に強酸性化しており、我が国の森林土壌の pH は 5 付近を中心として、4～6 程度が多い（有光 1983）。酸性化が進んだ土壌では、林木の生育に影響が大きいと考えられる窒素の動態に特徴があり、土壌有機物の分解などに携わる微生物、中でもアンモニア態窒素を硝酸態窒素に変換する硝酸化成作用を担っている細菌類の活性度が低下しやすく、相対的にアンモニア態窒素が多くなりやすいことが報告されている（大友ら 1995, 土壌微生物研究会 1996）。我が国の森林においては、このような理由により硝酸化成作用が低下しているとみられる場合があり（吉田ら 1979, 1980, 沓名ら 1988a, b）、森林の樹木にとっての主たる窒素源としてアンモニア態窒素が主要な地位を占めていると考えられるところが存在する（河原・堤 1968, 佐伯・脇 1978, 佐々木・山谷 1980）。特に斜面上部の土壌では斜面の下部に比べて硝酸態窒素よりもアンモニア態窒素が多い傾向がある（加藤 1984a, b, 高橋ら 1994, 戸田ら 1996, 徳地 1996）。

アカマツの生育に適する土壌 pH は 4.8～5.6 程度と、同じ造林樹種であるスギと比較してもより酸性側にあるため（川島 1943, 佐藤 1971）、森林においてアカマツに供給される無機態窒素は硝酸態よりもアンモニア態の方が多い可能性がある。

植物の利用する窒素源は、主としてアンモニア態と硝酸態の 2 種類であるが、この 2 つの窒素源の違いが植物に及ぼす影響については多くの植物において調べられている（Wallace 1954, Wallace and Mueller 1956, Grasmanis and Nicholas 1971, 石垣 1971, 米山・熊沢 1972）。アンモニア態と硝酸態のうちいずれの形態をよく利用するかは、種によって異なっており、農作物では好アンモニア性植物や好硝酸性植物といわれるものが知られている（但野・田中 1976）。好アンモニア性植物といわれるものは少数のものに限られており、多くの植物は好硝酸性と見られている（岩田・谷内 1953）。これは、アンモニア態窒素は植物体に対して毒性を持つが、硝酸態は毒性が無く、いつでもアンモニア態に変換して利用することができるという生理的理由（王子 1989）によると考えられている。

しかしアカマツは、その天然分布からみてアンモニア態窒素を主たる窒素源とすることに適した養分代謝機構を持つと考えられる。ここでは、アカマツが好む窒素源がアンモニア態であるか硝酸態であるか、またそれぞれの窒素源を取り込んでから根や葉などの部位に、どのような形態すなわちアンモニア態や硝酸態といった無機態窒素のみならず有機態の入り口である遊離アミノ酸としてどのくらいの量を含有しているか、という窒素の同化過程について、既往の文献に基づいて考察する。また硝酸還元酵素の活性や、根における呼吸が窒素同化に及ぼす影響、樹体内における窒素化合物の移動形態、および塩基類と窒素同化過程の関係、といったアカマツの窒素をめぐる代謝の特性についても考察を加える。さらにス

ギやその他の植物とアカマツの基礎的な栄養生理的特性の比較を行い、アカマツがやせ地に生育する理由を考察する。

2. 成長量に対する窒素源としてのアンモニア態と硝酸態

アカマツに対する窒素源としては、アンモニア態と硝酸態のいずれが適しているかを成長量の面から考察する。アカマツの栄養特性に関する研究は施肥試験から始められ（塘ら 1954, 芝本・中沢 1958, 三木・桑原 1959, 桑原 1960, 原田 1963, 伊藤・植田 1966）、複合肥料を用いたアカマツ林における肥培試験で、窒素含有率が少なく酸性が強い土壌の方が施肥による成長増加が大きい傾向が認められた（佐藤ら 1964, 佐藤 1977）。林地肥培試験の際に施用される窒素の形態はほとんどアンモニア態であり、林地の土壌においても硝酸化成作用を受けるものと考えられるが、これらの試験結果からは、pH が低く硝酸化成のおきにくい、すなわちアンモニア態窒素がその形態を維持しやすい土壌（大友ら 1995）に生育している場合の方がアカマツに対して肥効があらわれやすいのではないかと考えられる。

アカマツ苗に対し、窒素源をアンモニア態あるいは硝酸態として水耕栽培を行った結果（伊藤 1970a, b, 赤間ら 1983）を見ると、苗の重量成長はアンモニア施用区の方が大きかった。また Akama (1989) においても、アカマツ苗の各部位の生重が、硝酸施用区よりもアンモニア施用区の方で有意に大きかった。ヨーロッパアカマツ (*Pinus sylvestris* L.) やバンクスマツ (*Pinus banksiana* Lamb.) もアンモニア態窒素を好む傾向がある（Arnold 1992, Lavoie et al. 1992）ので、アンモニア態窒素を好むのはマツ属の特徴といえるかもしれない。窒素源を異にする水耕試験でアカマツはアンモニア態窒素を施用された場合に成長量が多いという結果は、アカマツが好アンモニア性植物であることを示唆していると考えられる。

3. 樹体内における全窒素及び無機態窒素の動態

アカマツに対する窒素源としては、アンモニア態と硝酸態とどちらが利用されやすいかを、樹体に含有される全窒素および無機態窒素の濃度の面から考察する。

3.1 全窒素及び無機態窒素の動態に及ぼす窒素源の影響

窒素源の違いに関する試験では水耕法が使われることが普通であるが林地では水分がいつも潤沢であることは少なく、樹木における窒素の利用過程において土壌水分条件の影響は少なくないものと考えられる（Kaufmann 1968）。ヨーロッパアカマツでは窒素を含む施肥が葉の水ポテンシャルを高める（Hillerdal-Hagstomer et al. 1982）、あるいはスギでは窒素処理により水利用効率が増加するがヒノキにはその様な傾向は見られない（長倉ら 2003）など樹木の栄養状態が水分代謝に影響することもある。

日本の森林土壌は一般的に湿潤な状態である（真下

1957) が、それでもスギの成長は土壌水分の影響を受け易い(戸沢 1967, 戸沢ら 1968a, b, 長倉ら 2002, 2003, 2004, 2006)。Akama (1991) におけるスギ苗の土耕試験では、地上部(ほぼ針葉に相当)の全窒素含有率は弱乾燥区よりも適潤区で高くなっていた(Fig. 1)。土壌水分状態の違いとその違いに基づく蒸散の違いは光合成に影響するが(重永ら 2004 など)、窒素の吸収及び窒素化合物の根から地上部への転流にも影響していると考えられる。さらにこの試験で硝酸態窒素を施用した場合に、弱乾燥区に比べて適潤区の方が根に硝酸態窒素を多く集積していたことは(Fig. 2)、土壌水分が硝酸態窒素の吸収に影響したことを示唆すると考えられる。

これに対して、同じような土壌条件でアカマツに対して行われた試験(Akama 1993)では、窒素施用後のアカ

マツの当年生葉及び根における全窒素含有率の上昇はスギほど明瞭ではなかった。むしろ、アンモニア施用区では硝酸施用区よりも根と針葉、特に針葉における全窒素含有率が高くなっていた(Fig. 1)。このことは、スギは土壌水分条件が良好になると樹体内の全窒素含有率が速やかに上昇するのに対し、アカマツは土壌水分条件の変化に応答しにくい、と解釈することができる。さらに、窒素源がアンモニア態であるときにアカマツの全窒素含有率が増加したこともアカマツが好アンモニア性植物であることを示唆していると考えられる。

同じ土耕試験における樹体内の無機態窒素の動態としては、アンモニア態窒素はスギ、アカマツいずれにおいても検出され、アンモニア施用区の方が硝酸施用区よりも多かった。一方 Fig. 2 に示すように、硝酸態窒素はス

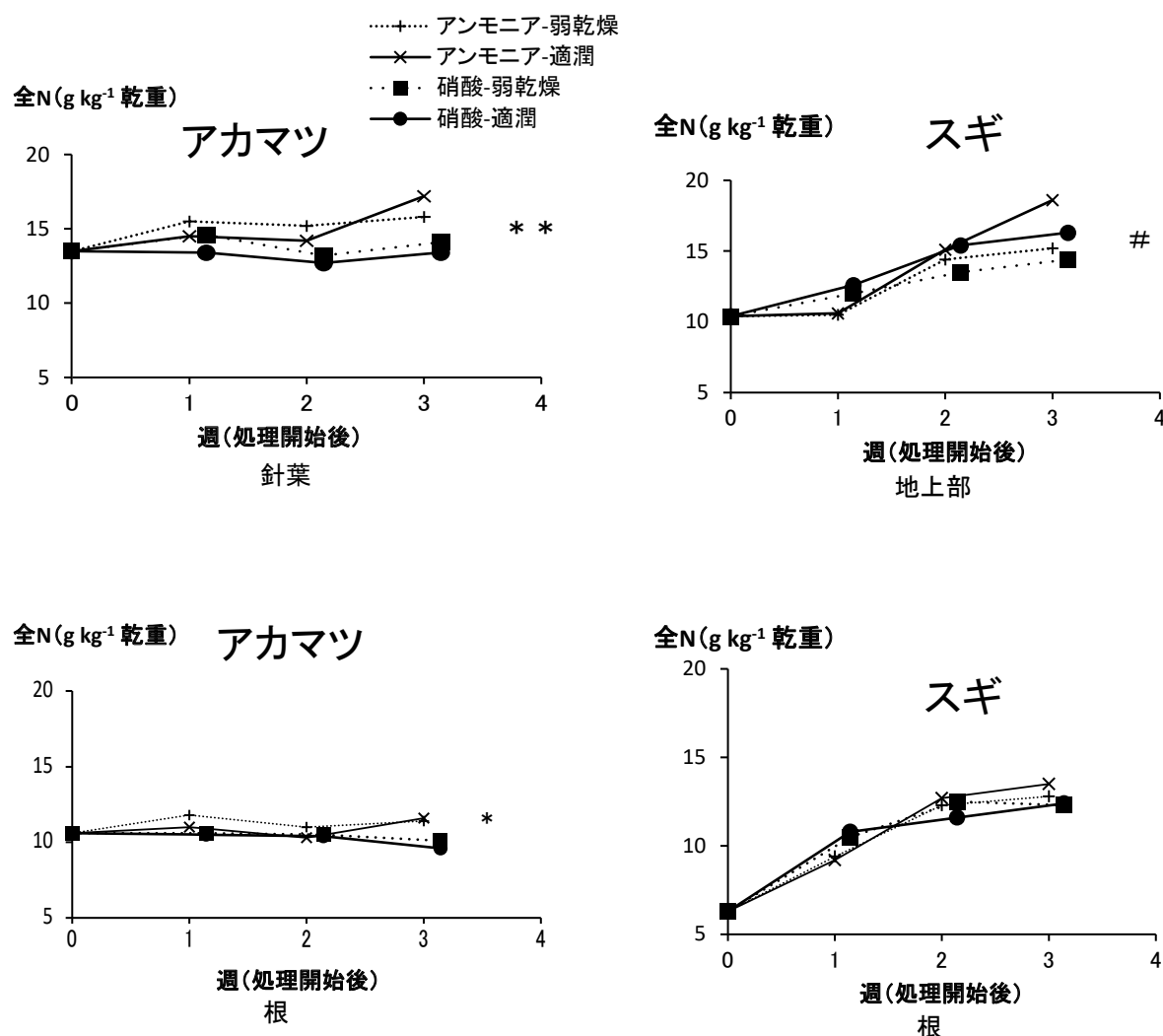


Fig. 1. 1年生苗に窒素施用(1g/ポット)後の全窒素含有率の変化

(Akama (1991, 1993) より調整)

(弱乾燥区: 灌水時土壌水分 -0.035MPa、適潤区: 灌水時土壌水分 -0.006MPa、

スギの地上部は、ほぼ針葉に相当。

*: 2週目、3週目の含有率がアンモニア区と硝酸区の間で5%有意水準で差がある。

** : 2週目、3週目の含有率がアンモニア区と硝酸区の間で1%有意水準で差がある。

: 2週目、3週目の含有率が適潤区と弱乾燥区の間で5%有意水準で差がある。)

ギでは検出されたが、アカマツでは葉、根いづれにも検出されなかった。

以上、土耕条件においてもアカマツは硝酸態よりもアンモニア態の方の窒素を吸収しやすいことを示している。さらに、スギでは樹体内にアンモニア態、硝酸態ともに検出されたのに対し、アカマツではアンモニア態窒素は検出されたものの、硝酸態窒素は樹体内に検出されなかったことは、アカマツは硝酸態窒素をほとんど吸収しないか、あるいは吸収直後に硝酸還元を行っていることを示唆する。しかし、Akama (1989) に示されるように硝酸態窒素のみを窒素源とした場合にもアカマツは生育可能であることを考慮すると、後者すなわち吸収直後に硝酸還元を行っている可能性が高い。

3.2 土壌中に異なる窒素源が共存する場合

一般にアンモニア態窒素の存在は硝酸態窒素の吸収を抑制するといわれている (福元・長井 1981, Kreuzwieser et al. 1997)。

樹木が利用する窒素は主にアンモニア態と硝酸態であるが、この両者は土壌中で共存していることが多い。この両形態の窒素が共存している場合にどのように利用されるかに関しては、真田・塘 (1978) が水耕栽培において ^{15}N で標識したトレーサー試験を行い、スギはアンモ

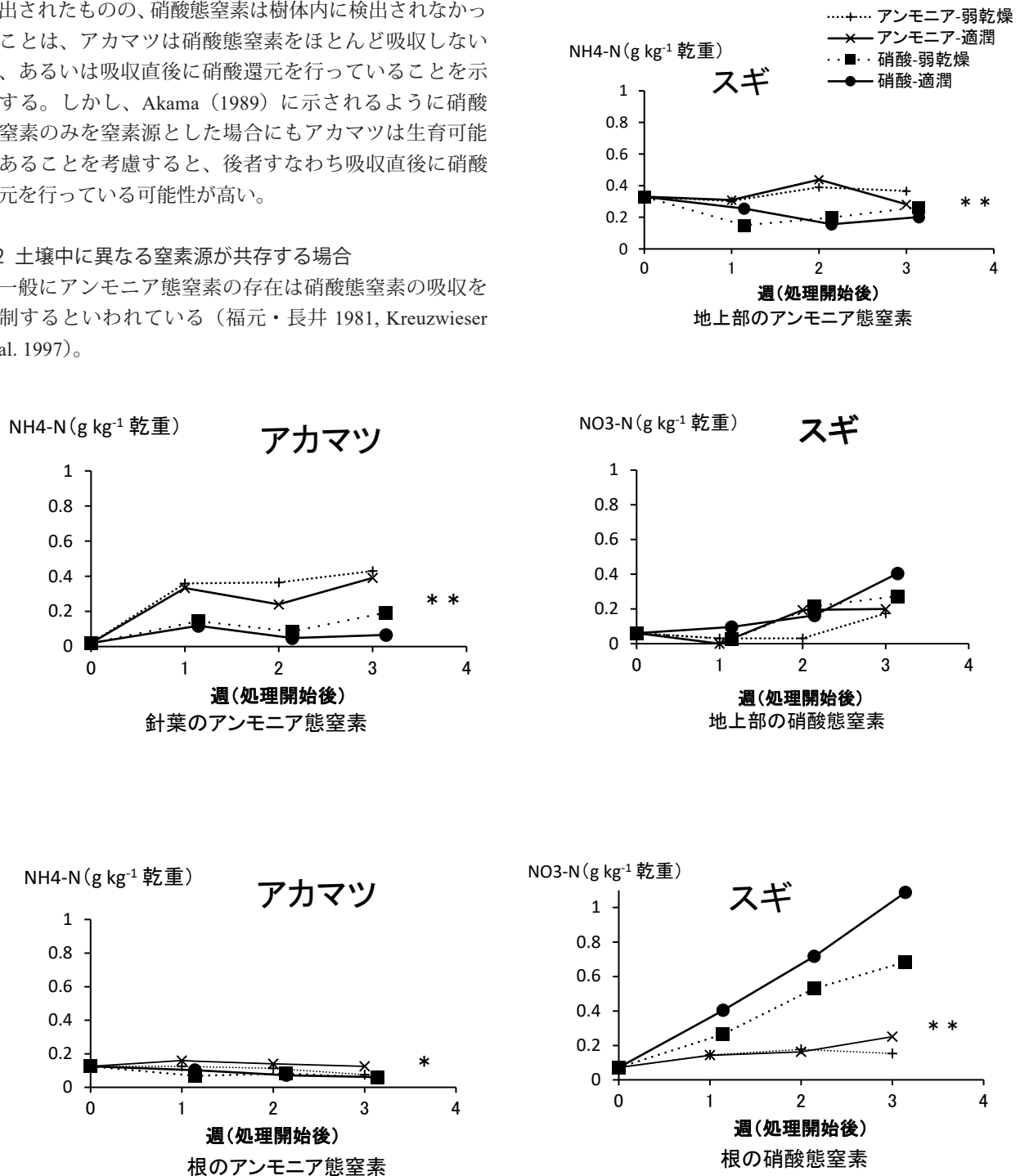


Fig. 2. 1 年生苗に窒素施用 (1g/ポット) 後の無機態窒素含有率の変化

(Akama (1991, 1993) より調整)

(弱乾燥区: 灌水時土壌水分 -0.035Mpa, 適潤区: 灌水時土壌水分 -0.006Mpa、

スギの地上部は、ほぼ針葉に相当。アカマツでは葉、根いづれにも硝酸態窒素は不検出。

* : 2 週目、3 週目の含有率がアンモニア区と硝酸区の間で 5% 有意水準で差がある。

** : 2 週目、3 週目の含有率がアンモニア区と硝酸区の間で 1% 有意水準で差がある。)

ニア態、硝酸態いずれもよく吸収するがそれに比較してヒノキとアカマツは硝酸態窒素よりもアンモニア態窒素の吸収が多いという結果を得ている。さらに土耕によるトレーサー試験 (Akama 1986a) によっても、土壤中にアンモニア態と硝酸態の窒素が共存している場合には、硝酸態として存在する窒素よりもアンモニア態として存在する窒素の方がアカマツ苗に吸収されやすいことが認められている。

4. 根の硝酸還元酵素活性と菌根

植物が無機態窒素であるアンモニア態窒素を同化する過程は、アンモニア態窒素をアミノ酸に取り込むことである (Mifflin and Lea 1976)。一方、硝酸態窒素は亜硝酸態を経てアンモニア態にまで還元されてからでなくては有機化合物に合成、利用することはできない (Schrader et al. 1968, 井田 1996, 王子 1996)。

無機態窒素を同化する第一段階である硝酸還元について、アカマツにはどのような特徴があるかを考察する。硝酸態窒素の利用に関して、硝酸還元はどこで行われているのか、という問題がある (Pate et al. 1964)。一般に、木本植物の硝酸還元酵素活性は草本植物のそれに比べると低く (Plassard et al. 1991)、特に裸子植物の地上部では硝酸還元酵素活性は低いといわれる (Martin et al. 1981, Smirnoff et al. 1984, Smirnoff and Stewart 1985, Scheromm and Plassard 1988)。アカマツでは硝酸態窒素を吸収しているにもかかわらず、硝酸態窒素は樹体内においてほとんど検出されなかったことは、根において硝酸還元を行っている可能性が高いと考えられる。

しかし、一般に野外で生育している植物の根の周囲には多くの微生物が生息しており、これらの微生物と植物の窒素をめぐる相互作用は複雑なものがある (Moreau et al. 2019)。スギの根には内生菌根が、アカマツの根には外生菌根が形成されている。しかし、水耕栽培された苗木の根には菌根は形成されにくい (溝口・赤間 1989)。Li et al. (1972) は、ダグラスモミ (*Pseudotsuga menziesii* (Mird.) Franco) が硝酸態窒素を施肥することによく反応するにもかかわらず、その苗の根や針葉に硝酸還元酵素の活性を認めなかったことから、土壤中において菌根菌あるいは他の微生物の関与により、施肥された硝酸態の窒素が還元される可能性を述べている。Ho and Trappe (1975) も、内生菌根が硝酸還元酵素活性を持つ場合があることを報告している。このためアカマツについて、野外に生育し菌根を形成している根と水耕栽培のため菌根を形成していない苗の根の違いが、窒素同化の初期過程である硝酸還元酵素の活性に関与していることが懸念される。すなわち、菌根のない水耕苗においては硝酸還元酵素の活性に支障があるということになると、窒素源の比較試験に水耕法を用いることが適切ではなくなると考えられるからである。

水耕栽培によって菌根のない状態にした苗を用いて、

根の硝酸還元酵素活性を測定した赤間 (1992b) の結果によると、スギとアカマツの両樹種ともに根の硝酸還元酵素の活性はアンモニア施用区に比べて硝酸施用区で明らかに高くなっていた。スギだけでなくアカマツでも、硝酸還元の過程に関係する酵素や補酵素など、すなわち硝酸還元酵素の活性の発現に必要なすべての要素がその植物自身に存在し、少なくともこの過程の一部が菌根ないし菌根菌に依存しているわけではないということを示していると考えられる。なお、両樹種ともに根に硝酸還元酵素活性が認められたにもかかわらず、アンモニア施用区では硝酸施用区に比べて硝酸還元酵素の活性が低かったということは、スギ及びアカマツにおいて、この酵素が他の植物と同じように硝酸態窒素、すなわち基質の存在によって誘導される基質誘導酵素であるということを示すと考えられる。

以上のように、アカマツ苗に関する試験において水耕法を用いる場合に、硝酸還元酵素の活性の欠如という懸念は排除できるといえる。

5. 樹体内における遊離アミノ酸の動態

無機態窒素を同化するということはアンモニア態窒素をアミノ酸として取り込むことであるので、アカマツの遊離アミノ酸組成の特徴について考察する。樹木の栄養状態の判定あるいは肥培効果の判定のために、葉に含有される成分の濃度を測定する「葉分析」という方法が使われる (原田 1964, 原田ら 1964, 1968, 河田 1966, 永野ら 1977, 1978, 吉崎ら 1978)。特に遊離アミノ酸組成は、窒素の過不足などの供給状態によく反応すると考えられ (黒瀬・松崎 1979)、窒素の同化過程を理解するための基礎情報として、遊離アミノ酸組成の特徴を知ることが重要である。マツ科樹木の遊離アミノ酸に関する研究はいくつか行われている (Barnes 1962, Durzan and Stewart 1967, Durzan 1968, 1971, Lahdesmaki and Pietilainen 1988, Vezina et al. 1989)。

アカマツの遊離アミノ酸については、窒素源を異にする水耕試験によれば、当年生葉中の遊離アミノ酸はアンモニア施用区の方が硝酸施用区より著しく高く、特にグルタミンとアルギニンが高かった (赤間ら 1983)。遊離アミノ酸の分析結果もアカマツが好アンモニア性であることを示唆している。

また、Bryan (1976) によれば、植物体中のアミノ酸は、その主な代謝経路によって、セリングループ、ヒスチジングループ、アスパラギン酸グループ、そしてグルタミン酸グループの四つに分かれる。この内、グルタミン酸グループにはグルタミン酸、グルタミン、プロリン、アルギニン、シトルリン、オルニチンなどが含まれる。さらに、グルタミン酸の脱炭酸反応によってできる γ -アミノ酪酸 (GABA) もこの仲間に入れてよいだろう。スギ苗においては、窒素施用後に含有率の上昇の大きい遊離アミノ酸はこのグルタミン酸グループに属するものが

多い (Akama 1991)。

ところで樹木の窒素同化過程について葉分析などの方法で判断をする場合には、その樹木の成長によって養分含有率が希釈されるということも配慮しておく必要があり、施肥等の処理行為から養分含有率の測定までの時間はあまり長くない方がよいと考えられる。アカマツの窒素利用過程については、窒素施用から3週間ほどの遊離アミノ酸の動態を調べた Akama (1993) があるが、これによれば、針葉、根どちらも窒素源の種類に関係なく窒素の施用により、グルタミン酸 (Fig. 3)、アラニン、GABA などの遊離アミノ酸が増加し、グルタミン (Fig. 4) 及びセリンも硝酸施用区の根を除いてかなりの増加傾向

を示した。さらに、アンモニア施用区では、アルギニンが根と針葉で (Fig. 5)、また、アスパラギンが根で増加していた。このような傾向から、アカマツにおいてもグルタミン酸グループが遊離アミノ酸の中でも主要なアミノ酸であり、アカマツの窒素の同化過程においてグルタミン合成酵素が重要な働きをしている可能性が考えられる。テーダマツ (*Pinus taeda* L.) でも主たるアミノ酸はグルタミン酸グループと考えられ (Barnes 1962)、マツ属では遊離アミノ酸としてはグルタミン酸グループのアミノ酸が多いようである。

アルギニンは、リンゴ、クワで貯蔵機能が認められ (Hill-Cottingham and Cooper 1970, Cooper et al. 1976, Tromp

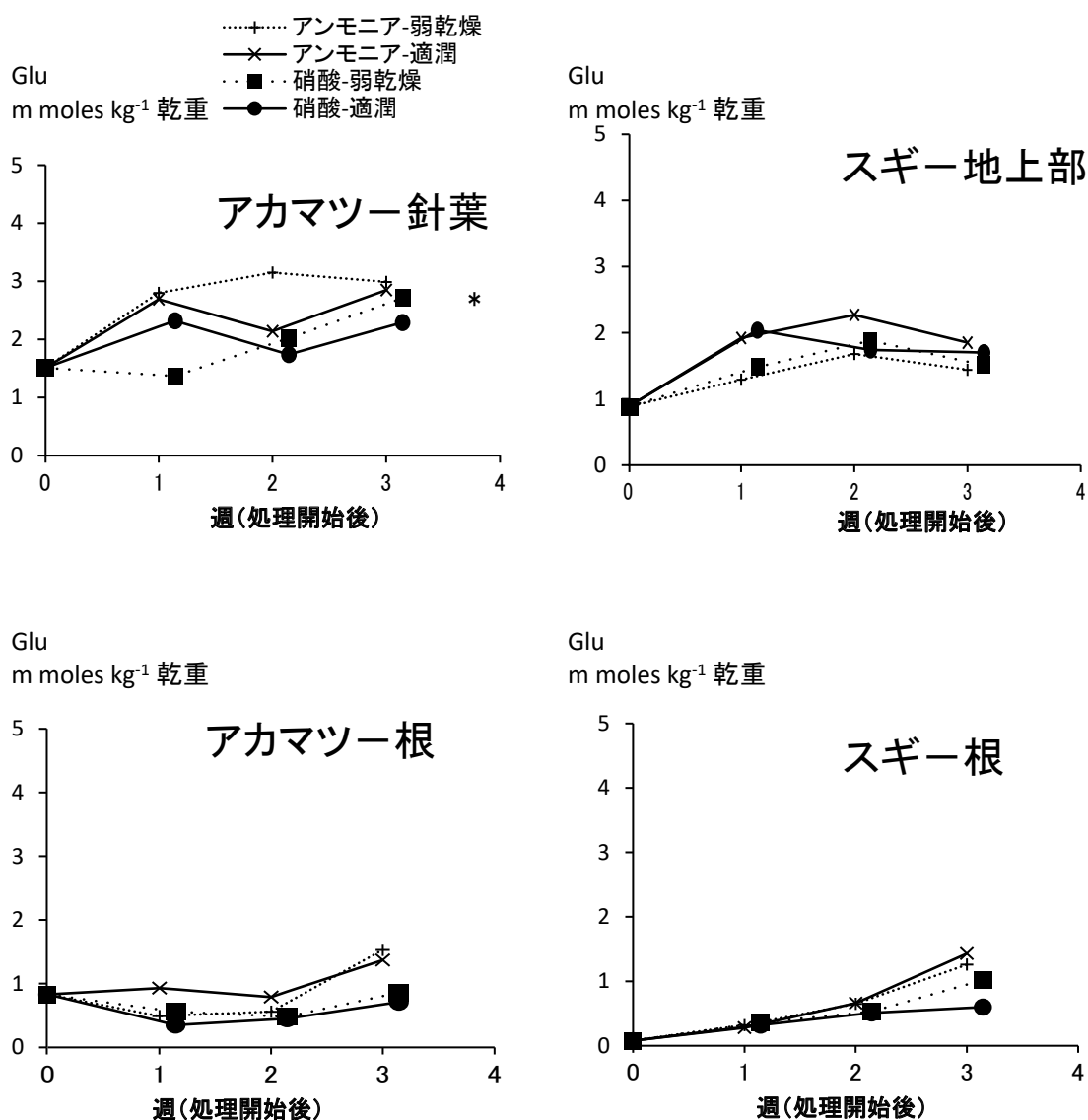


Fig. 3. 1年生苗に窒素施用 (1g/ポット) 後のグルタミン酸含有率の変化

(Akama (1991, 1993) より調整)

(弱乾燥区：灌水時土壌水分 -0.035Mpa、適潤区：灌水時土壌水分 -0.006Mpa、

スギの地上部は、ほぼ針葉に相当。

*：2週目、3週目の含有率がアンモニア区と硝酸区の間で5%有意水準で差がある。)

and Ova 1979, Suzuki 1982, 鈴木・河野 1985)、またマツ科樹木において施肥による増加が顕著なアミノ酸と考えられる (Gessler et al. 1998)。アカマツでは、アンモニア態窒素の施用によって特にグルタミンとアルギニンが増加するようであるが、Akama (1993) によれば、針葉においてはグルタミンの含有率の上昇は窒素施用後2週目くらいで頭打ちになる (Fig. 4) のに対し、アルギニンは3週目まで含有率の上昇が続いていた (Fig. 5)。グルタミンは1分子の中に炭素5個、窒素2個を含んでいるのに対して、アルギニンは1分子の中に炭素6個、窒素4個を含んでいて炭素の数に対して窒素の数が多く、このことからアルギニンを合成することが窒素の貯蔵に貢献

している可能性が考えられる。

樹木の生長には樹体内に蓄えられている貯蔵物質の影響が大きい (Oland 1959, Kozlowski and Winget 1964, Krueger 1967, Tromp and Ova 1971, 1973, 佐藤 1981, 鈴木 1983, Sarjala et al. 1987)。樹体内に貯蔵されている成分は1年間の季節変化だけでなく樹齢によっても変化し、アカマツについて小笠原 (1974) は、樹齢の増加とともに葉内の全窒素、タンパク態窒素、全リン、カルシウム、クロロフィル、DNA 様物質が減少することを示している。一方、Mori (1974, 1975a, 1976a, b, c) および森 (1975b) はスギにおいて遊離アミノ酸の季節変化を調べ、シトルリンに移動形態や貯蔵形態としての重要性を認めている。

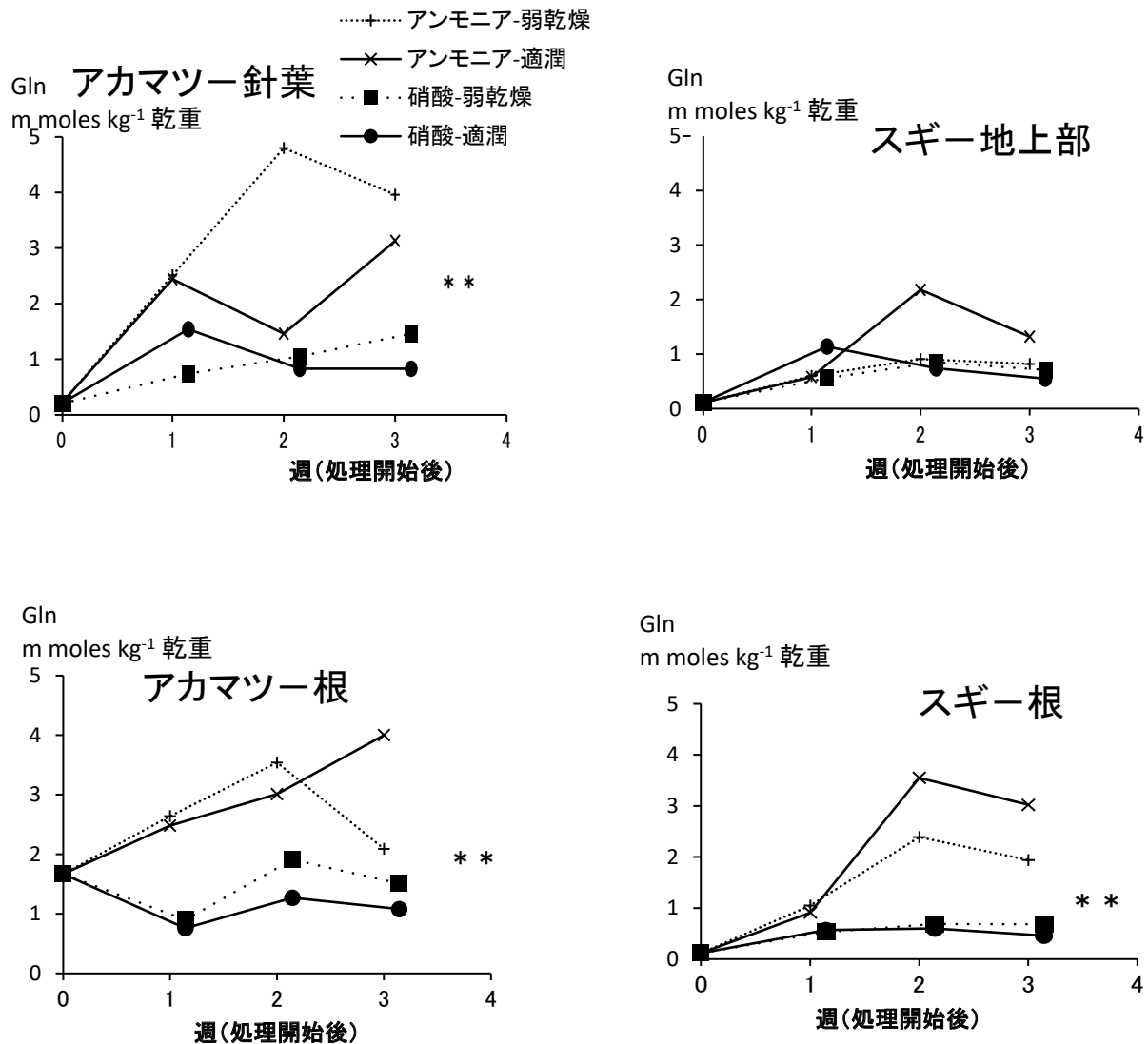


Fig. 4. 1年生苗に窒素施用 (1g/ポット) 後のグルタミン含有率の変化

(Akama (1991, 1993) より調整)

(弱乾燥区: 灌水時土壌水分 -0.035Mpa、適潤区: 灌水時土壌水分 -0.006Mpa、

スギの地上部は、ほぼ針葉に相当。

** : 2週目、3週目の含有率がアンモニア区と硝酸区の間で1%有意水準で差がある。)

アカマツは、春先の短期間に伸長成長するという成長特性を持っており、このような急激な成長を行うためには樹体内に蓄えておいた養分の役割が大きいと考えられる (Akama 1986b)。

アカマツの成木の針葉中の遊離アミノ酸が季節的にどのように変動しているかについては赤間 (2002) によると、針葉中に検出される遊離アミノ酸の種類が、5月に増加していることが特徴的であったが、5月は成長が活発な時期なのでタンパク質合成のために多種類のアミノ酸が存在していたと推察される。さらに根や旧葉において、5月には冬季よりもアルギニンの含有率が低下していた。このことも、アカマツにおいてアルギニンが貯蔵養分としての役割を持っていることを示唆するものと思われる。

6. 根における呼吸の影響

窒素の同化経路と呼吸の経路に共通する化合物は多数存在するので、アカマツにおいても相互の関連があると考えられる。ここではアカマツの根における呼吸が窒素同化に及ぼす影響について考察する。アカマツを含めたマツ属においても、窒素を中心とした栄養生理的問題に関する基礎的研究として水耕や砂耕試験が行われており (Addoms 1937, 真部 1961, 原田ら 1967)、特に窒素源の問題を検討するためには、水耕試験が有効な手法の1つである。

我が国の樹木の栄養特性に関してポット苗試験から林地における試験までを本格的にとりまとめたものとしては、芝本 (1952) の報告が最初のものと考えられるが、この中で、水耕試験についても精力的な研究が行われて

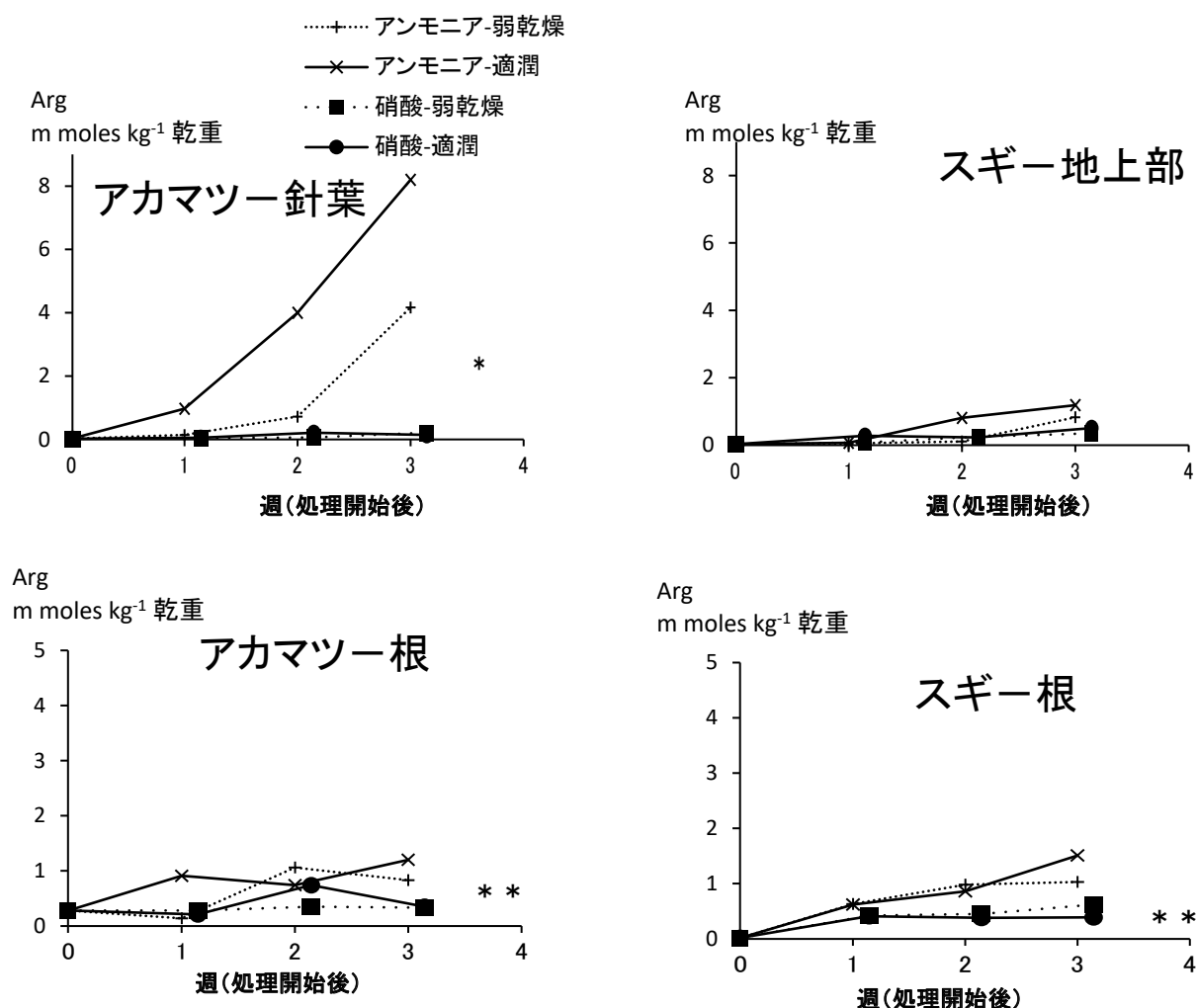


Fig. 5. 1年生苗に窒素施用 (1g/ポット) 後のアルギニン含有率の変化

(Akama (1991, 1993) より調整)

(弱乾燥区: 灌水時土壌水分 -0.035Mpa, 適潤区: 灌水時土壌水分 -0.006MPa、

スギの地上部は、ほぼ針葉に相当。

* : 2週目、3週目の含有率がアンモニア区と硝酸区の間で5%有意水準で差がある。

** : 2週目、3週目の含有率がアンモニア区と硝酸区の間で1%有意水準で差がある。)

いる。この水耕試験では、水耕培養液の窒素源、pH、濃度等に関する基礎データをまとめているが、アカマツ苗に枯損するものが多く、特に窒素源がアンモニア態の時に枯死が多かった。これに続き塘 (1962) も、スギ、ヒノキ、アカマツなど主要な針葉樹について、苗木から成木までの養分に関する広範な試験結果をとりまとめている。その中で、スギとアカマツではその根のおかれている環境の通気状態に対する反応が対照的で、スギは無通気で嫌気的な状態に耐えるが、アカマツは好気的な条件を好むようだということを見いだしている。特にアカマツに対してアンモニア態を窒素源とした場合には、水耕培養液に対して通気することが枯損を防ぐばかりでなく成長にとっても効果が大いであることを示した。

野外でアカマツの生育している土壌環境では窒素源としてはアンモニア態が主体となる場合が多いと考えられるが、植物は吸収したアンモニア態窒素を速やかに解毒する必要がある (王子・伊沢 1974a 池田 1986, 井上ら 1986)、このため、植物はアンモニア態窒素からアスパラギンあるいはグルタミンといったアミドを合成する (王子・伊沢 1974b)。Vollbrecht et al. (1989) はヨーロッパアカマツについて、アンモニア耐性が低く、アンモニア態窒素の集積が根の伸長を阻害するが、その理由として、アンモニア態窒素を負荷してもアンモニア態窒素からグルタミンを合成するグルタミン合成酵素の活性が上がないということをあげている。

苗に対する通気区と無通気区をもうけた水耕試験 (赤間 1992a, 2002) によれば、スギはアンモニア態、硝酸態いずれの窒素源においても通気しない方が成長が良好であり、溶存酸素量としては $3 \sim 4 \text{ O}_2\text{-mg L}^{-1}$ 程度で支障はないと考えられるが、アカマツではアンモニア態、硝酸態いずれの窒素源においても通気によって成長が促進された。さらにアカマツの根においては、アンモニア - 通気区ではアンモニア態窒素ばかりでなく、グルタミンをはじめとするいくつかのアミノ酸の含有率が増加していた。一方、無通気区においては、スギでも見られたが、特にアカマツのアンモニア - 無通気区ではアラニンの含有率の増加が顕著であった (Fig. 6)。

ここで、アラニンについて考察する。窒素の同化過程においては、呼吸系はエネルギーの供給ばかりでなく、アミノ酸合成のための炭素骨格の供給という役割も持つと考えられる。呼吸経路は大きく分けると、細胞質に存在する解糖系と、ミトコンドリアに存在する TCA 回路の 2 つから構成されている (Conn et al. 1987)。窒素を取り込む過程の初期段階のアミノ酸と考えられるグルタミン酸やアスパラギン酸の炭素骨格である 2-オキソグルタル酸やオキザロ酢酸は、呼吸過程のうちでも酸素を必要としている TCA 回路から供給されると考えられるが、アラニンの炭素骨格はピルビン酸であり、これは同じ呼吸過程でも酸素を必要としない解糖系から供給されると考えられる。したがって、アカマツの窒素同化過程に

おける炭素骨格の供給源は、通常は TCA 回路に依存するアミノ酸が主体のようであるが、無通気区のような酸素の供給が制限された状態では TCA 回路の方は酸素不足の影響を強く受けて活動が低下するため、解糖系から供給される炭素骨格であるピルビン酸を利用したアミノ酸合成が相対的に増加する可能性がある。Fig. 7 にそのイメージを示す。詳細については、それぞれに関わる酵素の反応速度特性や酸素の吸収に関わる特性などを調べる必要があるが、アカマツの窒素同化、すなわちアミノ酸合成においては、根に対する酸素の供給状態の影響が大きく、呼吸系との関わりが強いことが示唆される。

また、アカマツの根では、通気区よりも無通気区の方がアンモニア態窒素の含有率は低くなっていた (Fig. 8)。このことから、アカマツの無通気区で成長が悪いのは、酸素不足が根におけるアンモニア態窒素の集積を引き起こし、それが生育を阻害した、という仮説は否定されるものと考えられる。むしろ、成長の良い通気区の方がアンモニア態窒素含有率が高かったため、アカマツはアンモニア態窒素にある程度の耐性を持つことが示唆されているものと考えられる。この耐性は、アカマツの天然分布は土壌中のアンモニア態窒素が集積しやすい土地である、ということと整合し、アカマツが好アンモニア性植物であることを支持する一要素と考えられるが、そのメカニズムの詳細は今後の課題の一つであろう。

7. 木部液により転流する成分

根から吸収された窒素を樹体全体で利用するためには木部を転流する必要があるため、アカマツの木部における窒素化合物の状態を知ることが重要である。硝酸態からアンモニア態、アンモニア態からアミノ酸態という窒素の同化過程は、光合成活動との関連も深く (榊原・杉山 1997)、根から吸収された硝酸態窒素を葉に転流させて、葉でアンモニア態に還元する場合には、そこで光合成によって作り出された還元力を直接利用すると考えられる。ところが、根で還元する場合には必要な還元力は呼吸によって作り出していると考えられ、さらにアンモニア態をアミノ酸に同化する際にも ATP や NAD(P)H といったエネルギーや還元力を必要とする。このようなことから、樹体内において、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、アミノ酸態窒素など窒素の同化過程に直接関わる化合物がどの器官にどのくらいの量で存在しているかは、樹木の各器官の栄養生理的役割を理解するために欠くことのできない基本的な情報である (Pate 1980)。

植物が吸収した窒素を根から他の部位に転流する際には木部を通過する。木部に存在する水 (以下、木部液と呼ぶ) に含まれる成分として、硝酸態やアミノ酸態などさまざまなものがあり (Bollard 1957)、リンゴ、クワ、ミカンではアスパラギンなど (Cooper et al. 1972, Tromp and Ovaas 1976, Suzuki and Kohno 1983, 鈴木・河野 1984, Kato et al. 1984)、あるいはスギでシトルリン (Mori 1975a)、テ-

ダマツなどマツ属の樹種 7 種でグルタミン (Barnes 1963) などが報告されている。また、木部に含まれる無機養分を調べた報告 (古川 1964, 1966, 原田・佐藤 1966)、ある

いはスギの木部についての黒心材という症状についての報告 (富田ら 2004) などがあり、黒心材の特徴としては、心材部が弱アルカリ化し、塩基類の含有率が増加し、含

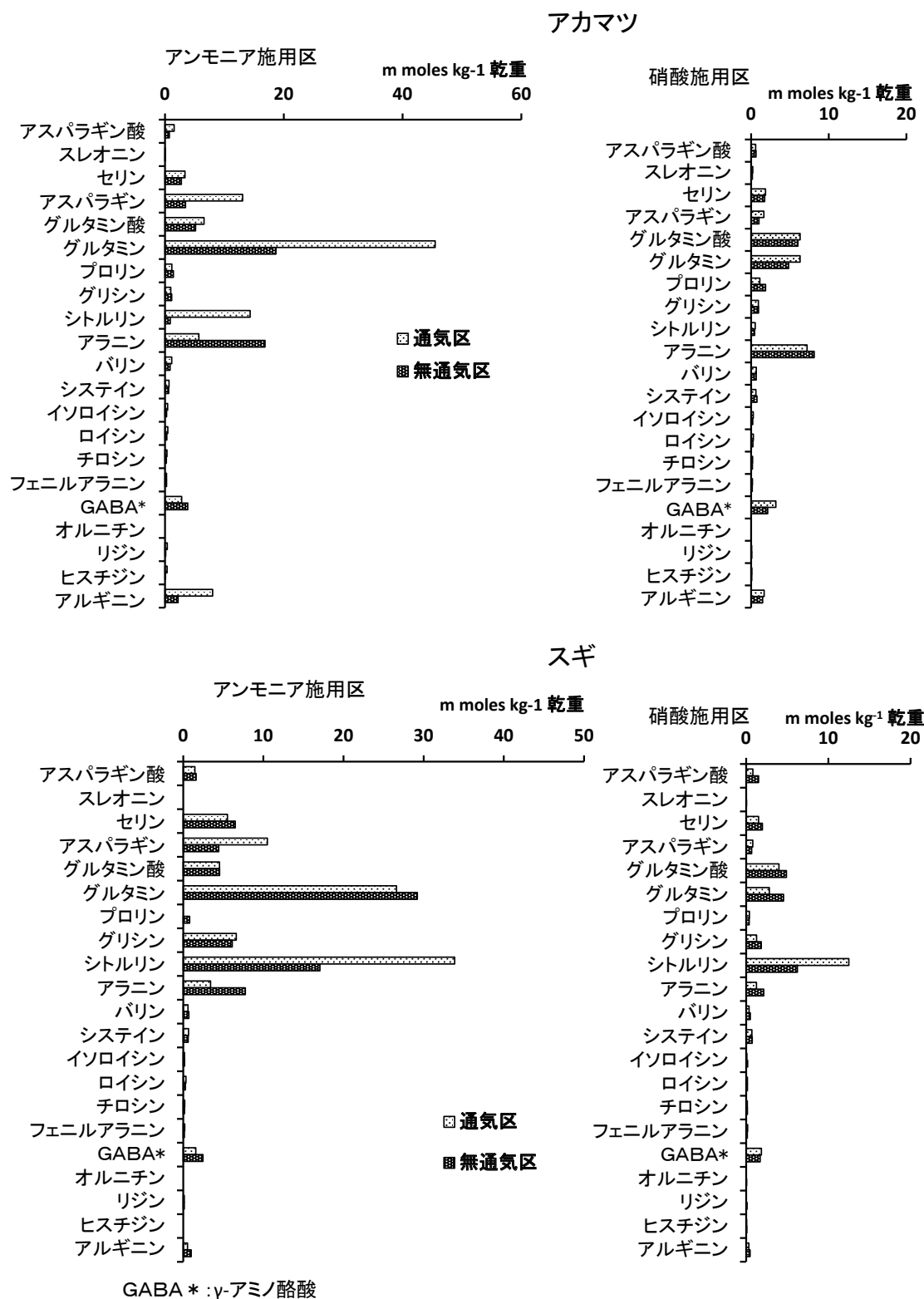


Fig. 6. 水耕 1 年生苗の根の遊離アミノ酸組成に及ぼす窒素源と通気の影響
(赤間 (1992a, 2002) より調整)
(溶存酸素量: 通気区は $7 \sim 8 \text{ O}_2\text{-mg L}^{-1}$ 、無通気区は $3 \sim 4 \text{ O}_2\text{-mg L}^{-1}$ 程度、
各区 4 個体の混合試料を分析)

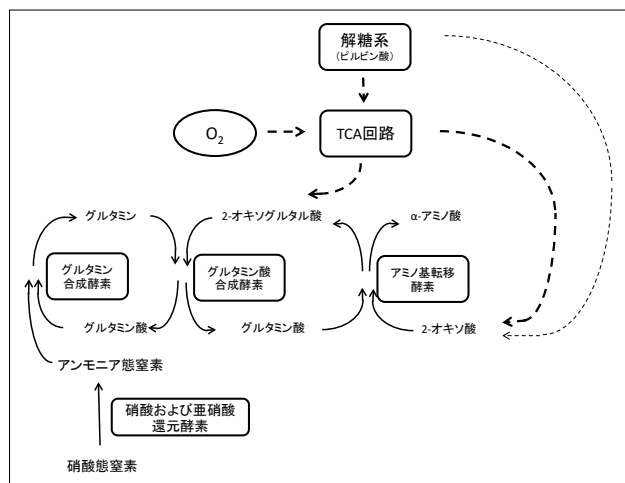


Fig. 7. アカマツとスギの根に想定される窒素同化のイメージ

(太点線は酸素が十分な場合、細点線は酸素が不足な場合)

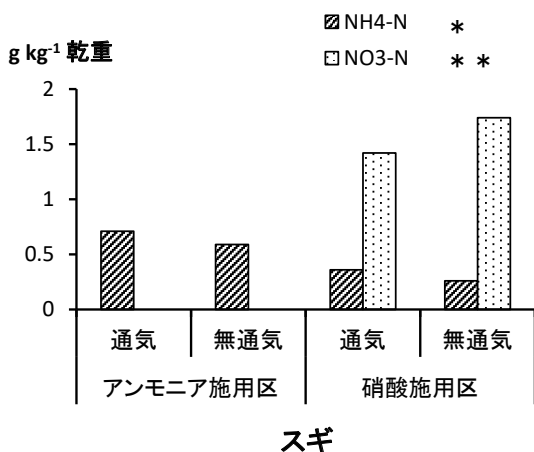
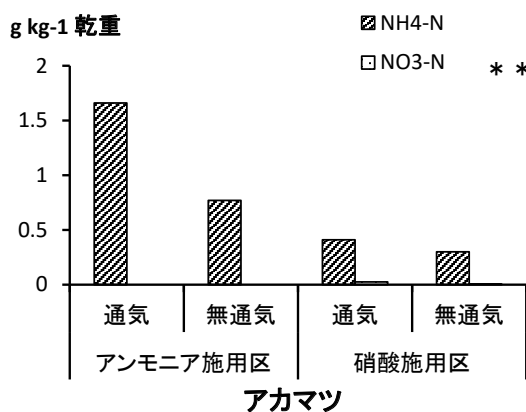


Fig. 8. 水耕1年生苗の根に含まれる無機態窒素含有率 (赤岡 (1992a) より調整)

(溶存酸素量: 通気区は $7 \sim 8 \text{ O}_2\text{-mg L}^{-1}$ 、無通気区は $3 \sim 4 \text{ O}_2\text{-mg L}^{-1}$ 程度、

*: 含有率がアンモニア区と硝酸区の間で5%有意水準で差がある。

** : 含有率がアンモニア区と硝酸区の間で1%有意水準で差がある。)

水率も増加するなどの症状を示すことが知られている。

アカマツについては、針葉や根に硝酸態窒素はほとんど存在せず (Akama 1992a, 1993)、また根には硝酸還元酵素活性が存在する。しかし、一部の硝酸態窒素が吸収後ただちに木部を通過して地上部に転流し、そこですみやかに還元されている可能性や、一部のアンモニア態窒素が木部を移動し、針葉においてアミノ酸に合成されている可能性もあるために、木部液に含まれる化合物を調べる必要がある。

なお、木部液を採取する方法としては減圧法と加圧法があるが、吸引しながら枝や幹部分の洗浄を行い、木部に存在する水溶性の物質を取り出す減圧法 (Bollard 1953, 1957, 1960) では、木部液に含まれる物質の濃度が確定できない。一方、加圧法では植物に対し切断などの操作を行うと篩部はただちに閉塞されるので篩部液は溢れにくく (Marschner 1995)、また加圧作業中の細胞の破壊は少ない (Schneider et al. 1996) ことから、木部における水溶性の窒素化合物の組成を考える材料として、加圧法で得られた液を用いることは妥当であると考えられる。

加圧法を用いた Akama (1996) におけるスギ及びアカマツ苗の木部液を分析した結果 (Fig. 9) によれば、スギ、アカマツともに木部液中の全窒素濃度はアンモニア態窒素を施用した苗の方が硝酸態窒素を施用した苗よりも高かった。さらにスギの木部液中の硝酸態窒素は、特に窒素源が硝酸態の場合に多かった。これは吸収された硝酸態窒素の一部がそのまま転流することを示していると同時に、地上部においても硝酸還元が行われていることを示唆している。硝酸還元還元力として用いられる NADH あるいは NADPH は呼吸によっても供給されるが

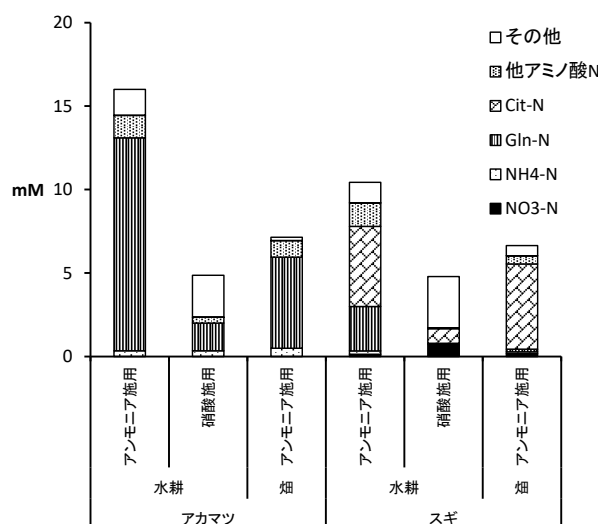


Fig. 9. 1年生苗の木部液中の窒素化合物の組成 (Akama (1996) より調整)

(試料: 根からプレッシャーチャンバーにより採取)
Cit: シトルリン
Gln: グルタミン

光合成によっても供給されるので (Smirnoff et al. 1984 など)、硝酸態窒素を地上部に運び、そこで還元する場合には還元力を得やすいという利点がある (Conn et al. 1987)。スギの場合に、吸収した硝酸態窒素の一部がそのまま地上部に送られているということは、硝酸態窒素が供給された場合の還元方法において優れた一面を持っていることができる。

これに対しアカマツの場合は、ドイツトウヒ (*Picea abies* Karst) (Stoermer et al. 1997) やテーダマツなど (Barnes 1963) と同じく、グルタミンが窒素の転流の主要な形態である (Akama 1996)。さらに木部液に硝酸態窒素が検出されない (Fig. 9) ことは、硝酸還元がほとんどすべて根で行われていることを示していると考えられる。ヨーロッパクロマツ (*Pinus nigra* Arnold var. *nigricans* Host.) では硝酸態窒素を吸収した場合、ほとんどを根で還元して、有機態にした窒素を転流させているが (Martin et al. 1981)、アカマツでも同じように根において呼吸によるエネルギーを用い、硝酸還元作用やアミノ酸合成作用を推進しており、硝酸態窒素を直接地上部に転流させて地上部で硝酸還元を行うという方法は用いられていないと考えられる。

さらに、窒素の転流にはカルシウムが関与しているという報告 (Pharis et al. 1964) もあるが、Akama (1996) によれば、木部液中のカルシウムやマグネシウムは、アカマツではスギに比較して少ない。

8. 樹体内における塩基類などの無機成分の動態

窒素の動態に関わる元素として塩基類があるため、アカマツにおいて窒素源と塩基類の動態の関係を考察するとともに、アカマツの塩基含有状態の特徴をスギや他の植物と比較し相対的に整理する。

8.1 窒素源の影響

施肥効果の向上、あるいは生育環境の改善を考えた場合には、塩基類などの無機養分の吸収や代謝について窒素源との関係において理解を深める必要がある。一般に窒素源がアンモニア態の場合に比べると、硝酸態の場合には塩基類などの吸収が多くなる (Pharis et al. 1964, 森次・河崎 1981, Scheromm and Plassard 1988)。

アカマツとクロマツ (*Pinus thunbergii* Parl.) の苗の水耕試験でも同様の傾向が認められた (伊藤 1970a, b)。さらにアカマツ苗の水耕試験で窒素源の違いが塩基類などの養分の動態に及ぼす影響を調べた報告 (赤間ら 1983, Akama 1989) によれば、窒素源を変えて1成長期あるいはそれ以上水耕栽培を行ったアカマツ苗では、カリウム含有率に関しては窒素源の違いの影響はわずかであったが、カルシウムの含有率は硝酸態窒素を供給された苗で高かった (Fig. 10)。アカマツでも、窒素源が硝酸態の時にカルシウムの含有率が高まる傾向があるといえる。Plassard et al. (1991) によれば、アンモニア態窒素 (アン

モニウムイオン) は陽イオン、硝酸態窒素 (硝酸イオン) は陰イオンであり、これらの窒素源の吸収や、硝酸還元などの反応の際には陽イオンと陰イオンのバランスが重要で、アンモニア態を窒素源とした場合には、樹木ではカルシウム、マグネシウムなどの陽イオンの含有率が減少するといわれている。アカマツにおいても、アンモニア態窒素とカルシウムの吸収の間には拮抗作用 (岩田・谷内 1953) が働いている可能性があるが、逆に考えれば

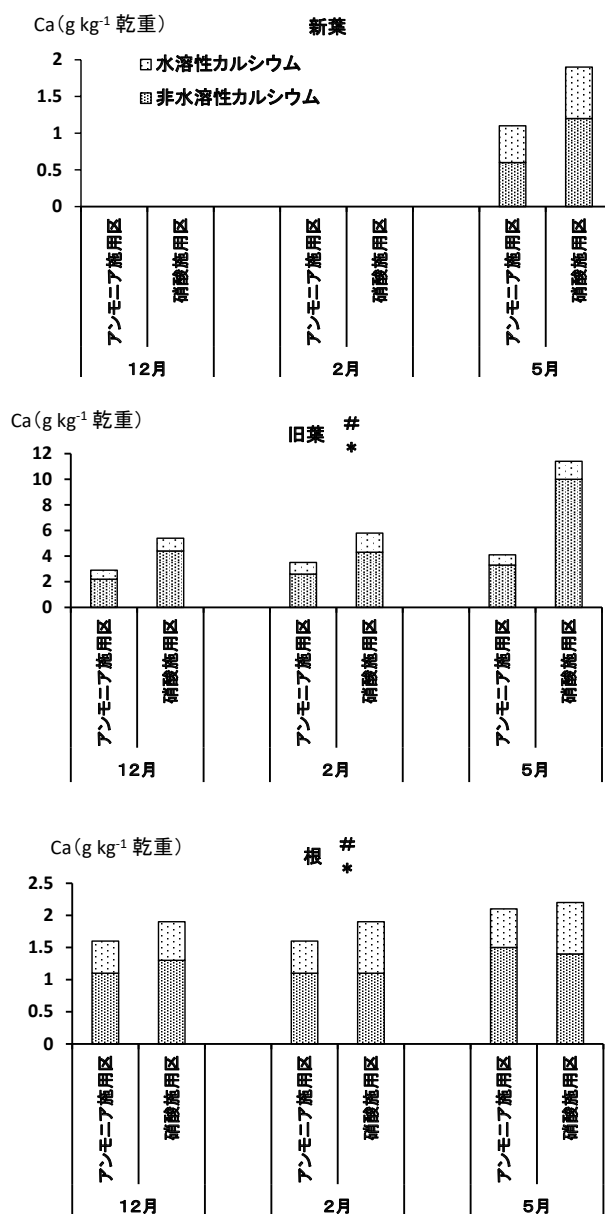


Fig. 10. 当年生から1年生の水耕アカマツ苗の部位別カルシウム含有率に及ぼす窒素源の影響 (Akama (1989) より調整)

(非水溶性カルシウム=全カルシウム-水溶性カルシウム)

*: 水溶性カルシウム含有率がアンモニア区と硝酸区の間で5%有意水準で差がある。

#: 全カルシウム含有率がアンモニア区と硝酸区の間で5%有意水準で差がある。

植物の体内において硝酸態窒素とカルシウムには陰イオンと陽イオンという結びつきがあることが推察される。

8.2 野外に自生する樹木の葉中無機成分含有率の比較

苗における試験ではアカマツは、同じ条件で水耕栽培したスギと比べると、カルシウムなどの塩基類の含有率が低い（赤間 2002）。柴田（1960）でも、スギとヒノキの塩基類の含有率は同程度であるが、これらと比較してアカマツの塩基類の含有率は低い傾向がみられる。アカマツはカルシウムなどの塩基の吸収・蓄積が少ない樹種であることが考えられる。なお樹齢の影響については、苗と成木では違いがあるが、20 年生を超えるような成木と見なされるようになって以降の変化は少ないと考えられる（塘 1962）。そこで、野外に自生するアカマツ成木の葉における各種元素の含有率を、その他の樹種と比較してみることが重要と考えられる。

複数の樹種の葉に含まれる無機成分の含有率を比較したものとしては、朝日（1958, 1962）、朝日・春田（1970）、藤田・米山（1975）、原ら（1975）、後藤（1977）、中村（1977）などいくつかの報告があるが、これらの研究は 1 年間の

養分の吸収量の解明を目的としたため、成長活動が低下しつつあると考えられる秋季に採取したものが多く、しかし、樹木の樹種ごとの栄養生理的な特徴を比較しようとするならば、樹木の養分含有率の季節変動を考え（大平ら 1987, 野上 1989, 溝口ら 2003）、さらに落葉樹では秋季には落葉の準備等で葉から幹へ養分の移動が起きていると考えられるので（川名ら 1989, 長倉ら 2009）、樹木が安定して成長していると考えられる夏季に調べることが有効と考えられる。

葉の成長段階が安定していて養分の動態も安定していると考えられる時期である 7 月下旬から 9 月上旬に、本州中央部のいくつかの山地に自生している数十種の樹木の成木の葉を採取し樹種ごとの比較を行った結果は Fig. 11 ~ 15 のとおりである（赤間 2002）。一般的に落葉樹の葉に比べて、常緑樹、特に常緑針葉樹の葉では無機成分含有率が低いとされている（堤ら 1968）。アカマツは、全窒素と全リンの含有率は針葉樹の中では比較的高い方で、特に全リンは全樹種の中でも中程度であった（Fig. 12）。カリウムについては、津田・大友（1975）の栽培試験によると、針葉樹ではカリウム欠乏処理でも成長に大きな差をみだせなかったが、広葉樹ではカリウムの影響が大きい、とされており、カリウム含有率は広葉樹の方が針葉樹よりも相対的に高いことが考えられる。赤間（2002）では、カリウム含有率は樹種間差が小さいようで

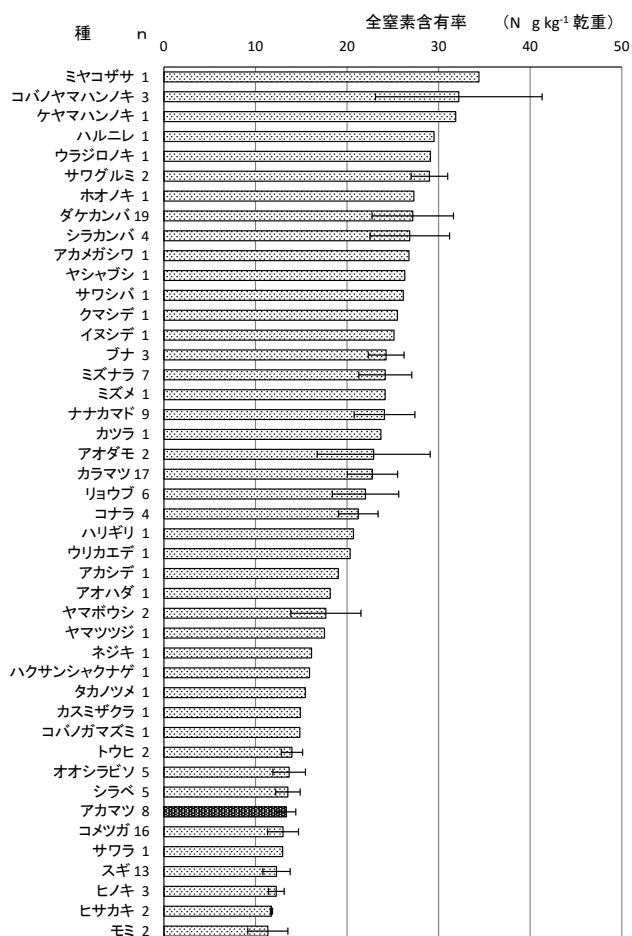


Fig. 11. 樹木の葉の全窒素含有率
(本州中央部のいくつかの山地で、7 月下旬から 9 月上旬に採取、横棒は標準偏差、赤間 (2002) より)

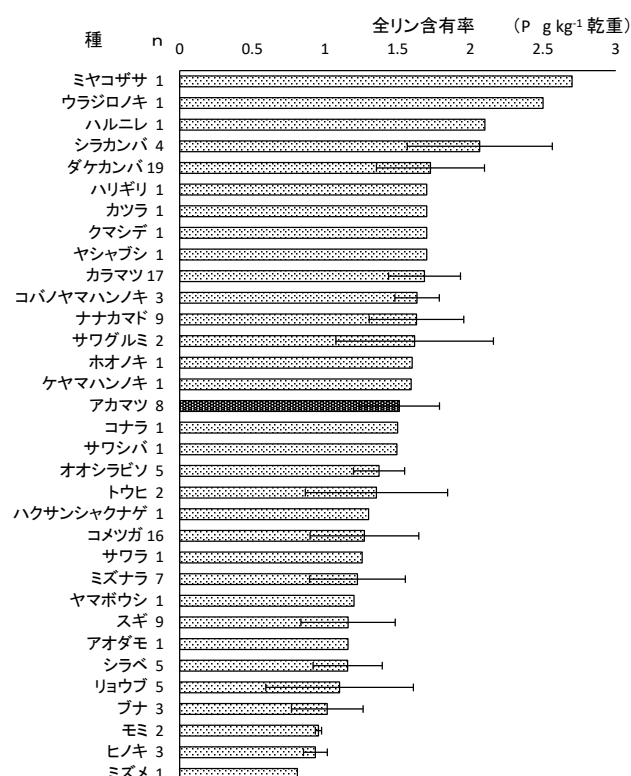


Fig. 12. 樹木の葉の全リン含有率
(本州中央部のいくつかの山地で、7 月下旬から 9 月上旬に採取、横棒は標準偏差、赤間 (2002) より)

あったが、全体的に見るとアカマツを含めて針葉樹ではカリウム含有率は低かった (Fig. 13)。同報告におけるカルシウムとマグネシウムは樹種による差が大きく、その中でもアカマツは、この2元素に関しては最も含有率が低い部類に属していた (Fig. 14, 15)。

同一種でも、葉の養分含有率はその個体の生育している立地環境条件によって変動することが考えられるが、大友ら (1993) によると樹種により微酸性の培地を好むものや弱アルカリ性に適しているものなどがあり、自然状態ではそれぞれの種はその種の持つ栄養生理特性に対応した立地条件のところに分布していると考えられる。そのため、無機成分の含有率はそれぞれの種によって一定の範囲の値をとる傾向があると考えられる (朝日 1962)。またスギなど限られた樹種については全国規模での調査が行われ、葉の窒素含有率の平均値はスギで 14.0 g kg^{-1} (重永ら 2003, 2008)、常緑性の針葉樹で $11 \sim 15 \text{ g kg}^{-1}$ 、カラマツ (*Larix leptolepis* Murray) で 22 g kg^{-1} (重永ら 2013)、またスギ針葉のカリウム含有率の平均値は 6.45 g kg^{-1} 、マグネシウム含有率の平均値は 1.97 g kg^{-1} 、カルシウム含有率の平均値は 11.6 g kg^{-1} と報告されており (重永ら 2011)、これらのいずれについても同一樹種内では変動が少ない。

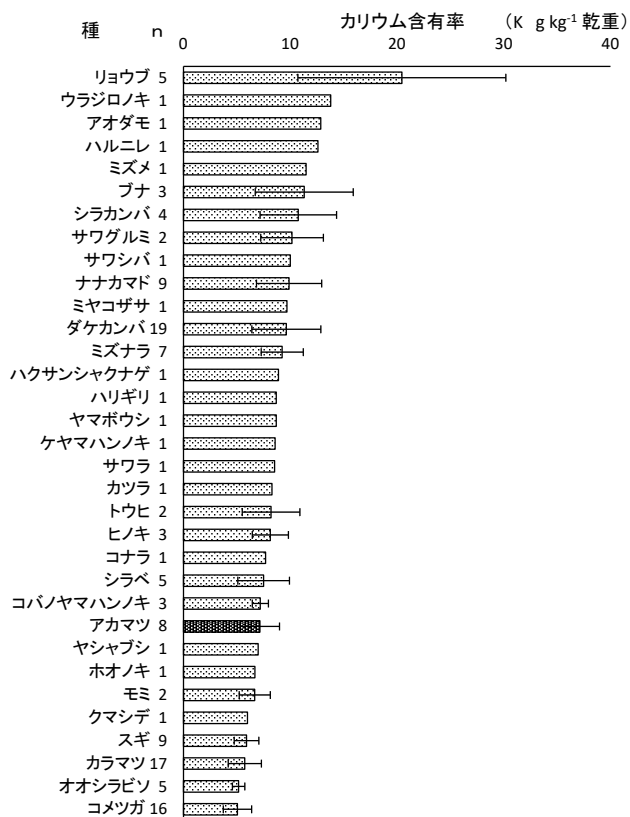


Fig. 13. 樹木の葉のカリウム含有率
(本州中央部のいくつかの山地で、7月下旬から9月上旬に採取、横棒は標準偏差、赤間 (2002) より)

したがってカルシウム含有率が低いということはアカマツの特性としてあげることができると考えられる。種々の特性としての葉のカルシウム含有率が低い植物は、カルシウム欠乏症状が発現する状態になる培地 (土壌) 中

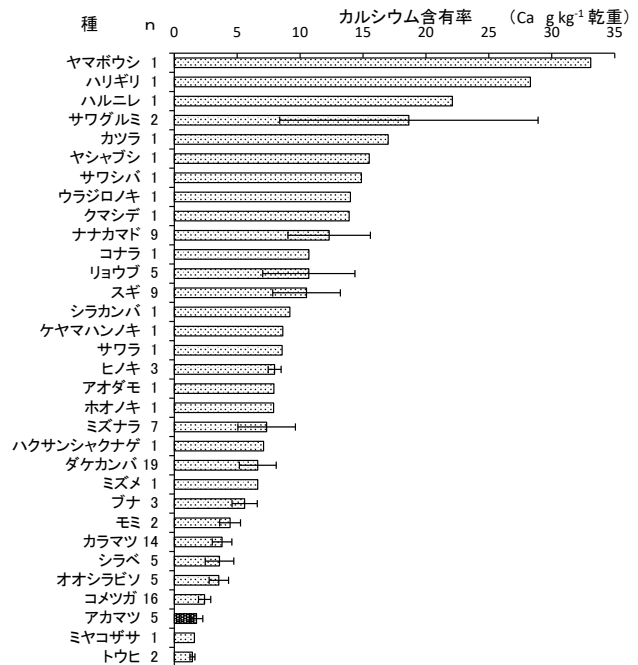


Fig. 14. 樹木の葉のカルシウム含有率
(本州中央部のいくつかの山地で、7月下旬から9月上旬に採取、横棒は標準偏差、赤間 (2002) より)

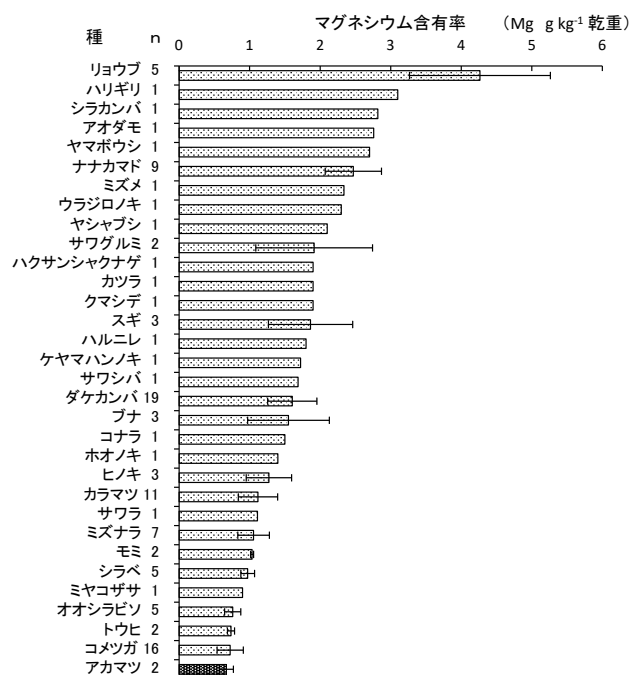


Fig. 15. 樹木の葉のマグネシウム含有率
(本州中央部のいくつかの山地で、7月下旬から9月上旬に採取、横棒は標準偏差、赤間 (2002) より)

のカルシウム濃度が低く、カルシウムの要求性が低い傾向があるといわれる（田中・但野 1973）。アカマツにおけるカルシウム含有率が低いことは、アカマツが酸性で塩基類の乏しい土壤環境に適応していることを示唆すると考えられる。

8.3 林地における塩基類の欠乏

林木の苗木における養分欠乏症については塘（1962）などで研究されているが、林地に生育している成木については、アカマツに限らず、養分の欠乏症についての報告は少ない。カリウムについては、近年九州地方において報告されているスギの集団葉枯症状（長倉ら 2008, 2011, 重永ら 2011）が、カリウム欠乏の可能性を指摘されているが、確定に至っていない。これはカリウムが、pH や浸透圧の調整に使われており（高橋 1993）、樹体内のカリウムは大部分が水溶性であるため（Akama 1989）移動性が高く、役割の解明が難しいためと思われる。また、マグネシウムの欠乏についてはスギにおける欠乏症が報告されている（生原・相場 1978）。一方、カルシウムに関しては林地における明瞭な欠乏症の報告はない。しかし、原田ら（1972）の報告を元に整理すると、スギにおいては根のカルシウム含有率とその林分の地位指数（40 年生時の樹高）に正の相関が認められる（Fig. 16）。スギの苗木施肥試験でカルシウムを施用した場合に成長が良くなるという報告（芝本 1943, 中沢 1960）もあることを考えると、スギではカルシウム供給量が成長量の制限因子になっており、カルシウム不足が成長を減退させている可能性が推察される。以上のようにスギにおいては塩基類の欠乏症をうかがわせる報告が散見されるが、アカマツに関しては報告されていない。このことも、アカマツが塩基類の欠乏に耐性があることを示唆しているの

はないかと考えられる。

9. 総合考察

日本のような湿潤な気候条件下では、土壤からカリウム、カルシウム、マグネシウムなどの塩基類の流亡が生じるため、自然土壤である森林土壤では一般に酸性化が進んでいる。特にアカマツの適地とされている尾根筋の場所では強酸性で塩基類の不足している土壤が出現する。芝本（1943）は、アカマツが酸性の土壤に生育し、またその針葉におけるカルシウム含有率が低いことを把握しつつも、カルシウムには土壤の pH や物理性を改善する効果が期待できることから、スギ苗などとともにアカマツ苗に対してもカルシウム施用効果を調べた。その結果、スギ・ヒノキ・ケヤキ（*Zelkova serrata* (Thunb.) Makino）には効果が認められたものの、アカマツにはカルシウム施用の効果が見られなかった。この結果をより合理的に説明するためには、アカマツやスギにおいて、窒素をはじめとする養分の代謝に関わる特性を明らかにすることが必要と考えられる。

アカマツ苗の栽培試験では、窒素源としてアンモニア態を与えた場合は、硝酸態を与えたものに比べて成長量が大きく、またトレーサー試験では、土壤中にアンモニア態と硝酸態の窒素が共存する場合に、硝酸態よりアンモニア態窒素の吸収量が多い。これらのことから、アカマツは好アンモニア性であることが示唆される。ただし硝酸態のみを与えた場合でも、アカマツは窒素を吸収、利用し、生育することが可能である。

一方、硝酸態窒素を与えて栽培したスギ苗には針葉や根に硝酸態窒素が検出されるが、同じように栽培したアカマツ苗の根や針葉には硝酸態窒素は検出されず、木部液にも硝酸態窒素は検出されない。さらにアカマツ苗の根においては、水耕苗のようにほとんど菌根を形成していないような状態の根においても硝酸還元酵素の活性が認められる。これらのことから、吸収された硝酸態窒素は根ですみやかにアンモニア態窒素に還元されていると考えられる。またアカマツでは、根から地上部への窒素の転流形態は主にグルタミンであると考えられる。

アンモニア態窒素を同化するにはアミノ酸を合成することになるが、アカマツ苗の針葉及び根では、グルタミン酸と、グルタミン酸から合成されるグルタミン、アルギニン、シトルリンが多く、アンモニア態窒素を与えたものでは、特にグルタミンとアルギニンが多い。アカマツは硝酸還元によって、あるいは吸収によってもたらされたアンモニア態窒素を速やかにグルタミンやアルギニンに合成している。このような仕組みは、毒性を持つといわれるアンモニア態窒素の樹体内における集積の抑制に役立つと考えられ、アンモニア態窒素に対する耐性に貢献していると考えられる。

また、アカマツのアミノ酸合成は根におけるグルタミンの合成が主たる経路と考えられるが、水耕アカマツ苗

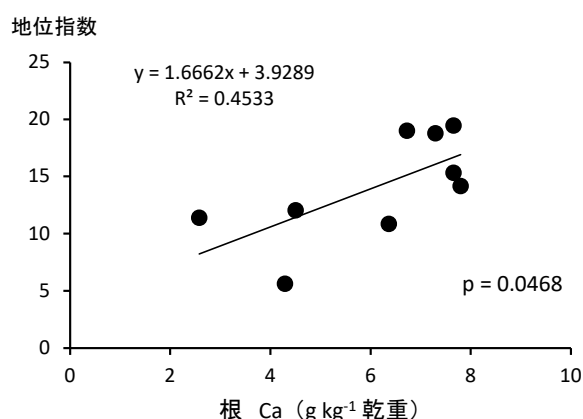


Fig. 16. 林地のスギの根のカルシウム含有率と地位指数の関係
（原田ら（1972）より調整）
（地位指数；40 年生時の樹高（m）、
根；表層（A 層）に分布する直径 2mm 以下のもの）

の根に対する酸素供給が不足すると遊離アミノ酸のうちではアラニンの増加が認められる。酸素不足のアカマツ苗の根における遊離アミノ酸組成のこのような変化は、根圏の酸素不足に応じて、呼吸経路のうちの酸素を用いる TCA 回路よりも酸素を必要としない解糖系が優先されるため、解糖系に由来するピルビン酸を炭素骨格とするアミノ酸であるアラニンの含有率が高まったと考えられ、根におけるアミノ酸合成が呼吸経路と強く関わっていることが示唆される。なおスギにおいても、内生菌根を形成しないように水耕状態にした苗の根において硝酸還元酵素の活性が認められ、また酸素の供給を減らした場合に根のアラニンの含有率の上昇が認められるので、硝酸還元酵素の活性および窒素同化に対する呼吸の影響については、アカマツとスギとではある程度共通した特性があるようである。

しかしながら、アカマツとスギの生育適地には違いがあるので、さらに窒素代謝における両樹種の違いを明らかにするためにそれぞれの樹種に特徴的に集積される遊離アミノ酸について考察する。スギについては特徴的な遊離アミノ酸としてシトルリンがあげられており (Mori 1976a, b, c)、ヒノキについてはオルニチンが検出された (赤間 未発表) という事例がある。これらに対し、アカマツにはアルギニンが特徴的である。アルギニンは塩基性アミノ酸であり、中性付近においては陽イオンの状態である。アカマツにおいて陽イオンであるアルギニンが多く存在するということは、カルシウムなどの無機の塩基類の含有率が低いことと関係していることが推察される。すなわち、植物体内においては電氣的バランスを保つために一定量の陽イオンが必要であり、一般的植物ではカルシウムなどの無機の塩基類がある程度存在して陽イオンとしての役割を担っているが、アカマツにおいてはその生理的特性、あるいは生育環境の影響で、樹体内における塩基類の含有率が低く、それを補完する意味で塩基性アミノ酸であるアルギニンの含有率が高くなっているという可能性も考えられるのではないだろうか。アルギニンの役割の詳細については今後の課題であろう。

アカマツが好アンモニア性であることは、硝酸化作用の起きにくい酸性の土壤に適応していることを示すが、土壤が酸性であることは塩基類が不足していることにもなるので、次に窒素と塩基類との関係について考察する。

植物の窒素の吸収や利用にはカルシウムが関与しているといわれている (Pharis et al. 1964)。アカマツ及びスギの苗の針葉や根におけるカルシウムなどの塩基類の含有率は、硝酸態を窒素源とした場合の方がアンモニア態を窒素源とした場合より高い。一方、カリウムイオンとセシウムイオンなどのように陽イオン同士の間には吸収においては拮抗作用が認められる (Komatsu et al. 2017 など)。陽イオンであるアンモニア態窒素を窒素源として吸収している場合には、同じ陽イオンであるカルシウムは拮抗的に吸収を抑制されるが、逆に硝酸態窒素を窒素源

とする場合には拮抗作用が働かないためにアカマツやスギの苗等におけるカルシウム含有率は増加すると考えられる。

また、アカマツ及びスギの苗の針葉におけるカルシウムの含有率を樹種間で比較してみると、スギ苗の地上部 (ほぼ針葉に相当) に比較してアカマツ苗の針葉におけるカルシウムの含有率は低い。苗だけでなく、野外に自生する成木について比較したところでも、アカマツは、カルシウムやマグネシウムの含有率が他の多くの樹種より低い。葉のカルシウム含有率が低い種は、カルシウム要求性が低いといわれており (田中・但野 1973)、アカマツでは低カルシウム条件でも欠乏症が現れにくい (塘 1962, 伊藤 1970b) という報告がある。

一方、土壤水の成分組成について、硝酸態窒素とカルシウムの含有率は強い相関を示す (加藤ら 1986, 川添ら 1987, 加藤ら 1995) という報告がある。森林植物の体内における硝酸態窒素とカルシウムを同時に測定した報告はほとんど見られないが、各種広葉樹の葉のカルシウム含有率については、天然分布が乾性型の樹種よりも適潤、弱湿性型の樹種の方が高いという報告がある (長倉ら 2000)。硝酸態窒素については、森林内のいくつかの草本の調査で、同一種の中で斜面下部に生育している個体あるいは弱湿～湿性土壤に分布する種が高い含有率を示すことが報告されている (加藤 1978)。森林の植物の体内においても、硝酸態窒素とカルシウムの含有率は相関を示す可能性がある。

田中ら (1973) 及び但野・田中 (1976) の報告から、いくつかの植物の地上部における硝酸態窒素とカルシウムの含有率の関係を整理し、これにアカマツとスギの含有率のデータを加えたものを図示すると Fig. 17 のようになる。地上部の硝酸態窒素含有率が高い種ではカルシウム含有率も高いという傾向が見られる。このような種と比べてスギでは硝酸態窒素は低濃度であるが、カルシウム含有率は多くの種と同程度の値を示した。一方アカマツでは硝酸態窒素とカルシウムの含有率が共にきわめて低い範囲にある。これらのことは、植物体内のカルシウムが硝酸態窒素の動態に強く関与していることを示唆していると考えられる。

カルシウムの供給が樹体内の窒素の動態に及ぼす役割としては、樹体内において陰イオンとして存在している硝酸態窒素に対して陽イオンであるカルシウムが電氣的バランスをとっているという可能性が考えられる。好硝酸性の植物においては、カルシウムイオンと硝酸態窒素を同時に吸収し、陰イオンである硝酸態窒素が木部を転流する際に、2 価の陽イオンであるカルシウムが硝酸態窒素のカウンターイオンとして電氣的バランスを保ちながら蒸散流によって地上部に転流し、光エネルギーを利用して硝酸態窒素を還元・同化するという仕組みが考えられる (Conn et al. 1987)。スギではこのような仕組みが機能するため、水分や硝酸態窒素及びカルシウム等に恵

まれている沢筋のような立地において良好な成長を示し、逆にカルシウムなどが不足すると成長低下が顕著になるのではないかと考えられる (Fig. 18)。スギ苗にカルシウムの施肥効果が認められることは、芝本 (1943) 以外にも、中沢 (1960) のスギの苗畑施肥試験で、硫酸よりも石灰窒素を用いた場合に成長が良いと報告され、さらに古川 (1965) はスギ、アカマツ、カラマツ苗の濃度別施肥試験で養分吸収経過を調べ、スギ苗の生長量の増加がカルシウム含有率の増加を伴っていることを示している。

これに対しアカマツは、主な窒素源としてはアンモニア態を用いるうえに、硝酸態窒素を吸収した場合でも根で直ちにアンモニア態に還元してしまい、以後はアンモニア態窒素を吸収した場合と同じ代謝・転流経路をたどることになるため、木部を転流する際には硝酸態窒素に対する電氣的なバランスを取るためのカルシウムは必要

とされず、針葉のカルシウム含有率の増加は大きくはならないと考えられる。むしろアカマツは、そのような硝酸態窒素を利用する効率的な仕組みを持っていないと考えられ、この特性が、アカマツにはカルシウムの施用効果が認められない (芝本 1943) という現象を説明していると考えられる。このような窒素利用経路を持つことでアカマツは、土壌条件に恵まれた場合の効率的な成長は示さない代わりに、尾根筋のようなカルシウムなどの塩基類の乏しい酸性の土壌においても生育することを可能とする特性、いわば低カルシウム耐性を持つことになったと考えられる。

なお、陽イオンであるカルシウムの吸収を制限することで同じ陽イオンであるアンモニア態窒素の吸収をしやすくする、というようなアンモニア態窒素を積極的に吸収する機構についても検討の価値があると思われるが、これまでの知見では十分ではなく、イオン吸収に関わる生体膜のチャンネル等に関する成果など今後の研究が期待される。

森林の養分供給の大部分は樹木と土壌の間を落葉落枝によってつなぐ形で維持されており、樹木と土壌は緊密な相互作用 (Tanikawa et al. 2014) を持っていると考えられる。森林の養分は比較的小規模な循環によってまかなわれており、農耕地に比べると森林の養分供給力は少ないものと考えられる。このような環境に適応している森林樹木にとって、大気汚染に起因して森林に対する窒素負荷量が増加するなどの養分環境の変化 (切替・波多野 2000, Bergholm and Majdi 2001, Pitcairn et al. 2001, van Groenigen et al. 2015) が起きることは、窒素対塩基類というような養分の微妙なバランスを崩すことを意味し、樹木の衰退の原因となることが懸念される。そのような環境変動と樹木の衰退の関係を明らかにするためにも、森林樹木の内部で営まれている養分の代謝過程の詳細がさらに明らかにされることが重要と考えられる。

また塩基類の中には、東京電力福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性セシウムも含まれる (長倉 2016)。Imamura et al. (2017) によれば、アカマツに含まれていた放射性セシウムの濃度はスギよりも低かった。このようなことも、スギとアカマツの窒素利用過程の違いが関係していることが考えられる。ただし、同じ塩基でも、カリウムやセシウムなどの1価の塩基とカルシウムやマグネシウムのような2価のものでは、樹体内における動きが異なる面もあるようである (高橋 1993)。このようなことは、アカマツの栄養特性の延長線上の現象と考えられるが、詳細は今後の研究を待つことになると思われる。放射性セシウムの将来の動態を予測するにあたって、窒素と塩基類の栄養生理的な関係は重視すべきものと思われる。

樹木が生育するには、窒素代謝だけでなく塩基類の吸収や動態などが関係し、それぞれの元素に関わる過程が、葉、幹、根などの部位において営まれている。このよう

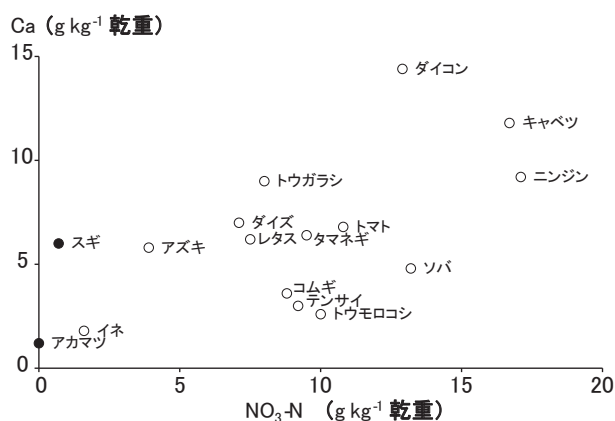


Fig. 17. 各種植物の地上部の硝酸態窒素とカルシウムの含有率の関係
(田中ら (1973)、但野・田中 (1976) より調整)

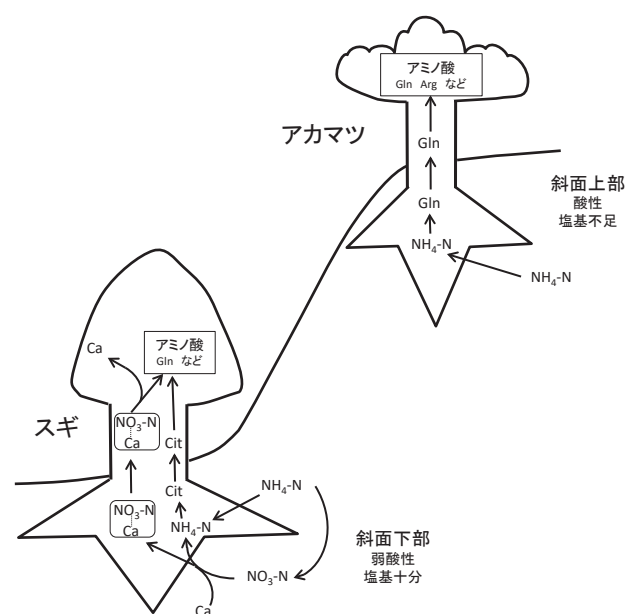


Fig. 18. アカマツとスギの立地特性と窒素利用のイメージ

な養分をめぐるさまざまな代謝過程のメカニズムが明らかになり、樹木の個体内部における窒素や塩基類などの相互の関係が理解されてはじめて、それぞれの樹木の特徴が総合的に理解されたことになり、樹木の適地判定法や衰退樹木の診断法なども有効性が増すものと考えられる。

謝 辞

本研究を進め、取りまとめるにあたり、常に温かくご指導いただいた八木久義 東京大学名誉教授に心から感謝の意を表します。

林業試験場時代の土壌肥料研究室の先輩である藤田桂治 元森林総合研究所九州支所育林部長、佐藤久男 元森林総合研究所研究管理室長、西本哲昭 元森林総合研究所養分動態研究室長、佐々朋幸 元森林総合研究所研究管理官には数々のご配慮とご指導をいただきました。

重永英年 森林総合研究所植物生態研究領域長には本研究の構成、取りまとめに当たり有益な助言をいただきました。

三浦覚 元森林総合研究所震災復興・放射性物質研究拠点長、篠宮佳樹 森林総合研究所震災復興・放射性物質研究拠点長には多大なご支援をいただきました。

これらの方々に対し、ここに心からのお礼を申し上げます。

引用文献

- Addoms, R.M. (1937) Nutritional studies on loblolly pine. *Plant Physiol.*, 12, 199-205.
- Akama, A. (1986a) Balance sheet of nitrogen applied to Japanese red pine (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) seedlings, a pot experiment. *J.Jpn.For.Soc.*, 68, 150-154.
- Akama, A. (1986b) Translocation of nitrogen absorbed by Japanese red pine (*Pinus densiflora*) seedlings during the growing season. *J.Jpn.For.Soc.*, 68, 375-379.
- Akama, A. (1989) Changes of some nutrients in Japanese red pine (*Pinus densiflora*) seedlings in the early stage of a growing season. *J.Jpn.For.Soc.*, 71, 10-14.
- Akama, A. (1991) Nitrogen utilization by Sugi (*Cryptomeria japonica* D.Don) seedlings and the influences of soil moisture. *J.Jpn.For.Soc.*, 73, 128-134.
- 赤間 亮夫 (1992a) アカマツ・スギ苗の水耕栽培における窒素源と通気効果の関係. 103 回日林論, 241-242.
- 赤間 亮夫 (1992b) アカマツ・スギ苗の硝酸還元酵素の活性. 103 回日林論, 279-280.
- Akama, A. (1993) Nitrogen utilization by *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. seedlings under two soil moisture conditions. *J.Jpn.For.Soc.*, 75, 41-45.
- Akama, A. (1996) The nutrient translocation of seedlings with chemical analyses of the xylem saps of *Cryptomeria japonica* D.Don and *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. *J.For. Res.*, 1, 23-25.
- 赤間 亮夫 (2002) アカマツ苗における窒素の吸収、移動、貯蔵に関する研究. 学位論文, 東京大学
- 赤間 亮夫・間藤 徹・高橋 英一 (1983) 窒素形態を異にする水耕アカマツ苗木の遊離アミノ酸組成. 94 回日林論, 221-222.
- 有光 一登 (1983) 林野土壌の種類と性質. 「日本の森林土壌」編集委員会編 "日本の森林土壌". 日本林業技術協会, 41-62.
- Arnold, G. (1992) Soil acidification as caused by the nitrogen uptake pattern of Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Plant and Soil*, 142, 41-51.
- 朝日 正美 (1958) 森林植生と土壌との相互作用 (1), 樹木の葉分析. *日林誌*, 40, 135-138.
- 朝日 正美 (1962) 森林植生と土壌との相互作用 (2), 樹木の成分吸収とかんきょうとの関係. *日林誌*, 44, 225-230.
- 朝日 正美・春田 泰次 (1970) 花崗岩質土壌のスギの造林法 (3), 土壌の物理、化学、鉱物学的性質と広葉樹の無機組成. *日林誌*, 52, 322-330.
- Barnes, R.L. (1962) Ornithine- 2- C^{14} metabolism in loblolly Pine needles. *For. Sci.*, 8, 284-287.
- Barnes, R.L. (1963) Organic nitrogen compounds in tree xylem sap. *For.Sci.*, 9, 98-102.
- Bergholm, J. and Majdi, H. (2001) Accumulation of nutrients in above and below ground biomass in response to ammonium sulphate addition in a Norway spruce stand in southwest Sweden. *Water, Air, and Soil Pollution* 130, 1049-1054.
- Bollard, E.G. (1953) The use of tracheal sap in the study of Apple-tree nutrition. *J. Exp.Bot.*, 4, 363-368.
- Bollard, E.G. (1957) Translocation of organic nitrogen in the xylem. *Aust. J. Biol. Sci.*, 10, 292-301.
- Bollard, E.G. (1960) Transport in the Xylem. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 11, 141-166.
- Bryan, J.K. (1976) Amino acid biosynthesis and its regulation. In Bonner, J. and Varner, J.E. (eds.) "Plant biochemistry". Academic press, New York, 525-560.
- Conn, E.E., Stumpf, P.K., Bruening, G. and Doi, R.H. (1987) (田宮信雄・八木達彦訳, 1988) コーン・スタンプ生化学 (第5版). 東京化学同人, 455pp.
- Cooper, D.R., Hill-Cottingham, D.G. and Lloyd-jones, C.P. (1976) Distribution and identity of labelled products following autumn application of ^{15}N -labelled Urea or potassium nitrate fertilisers to apple trees. *J. Sci. Fd Agric.*, 27, 266-272.
- Cooper, D.R., Hill-Cottingham, D.G. and Shorthill, M.J. (1972) Gradients in the nitrogenous constituents of the sap extracted from apple shoots of different ages. *J. Exp. Bot.*,

- 23, 247-254.
- 土壌微生物研究会 (1996) 新・土の微生物 (1). 博友社, 東京, 129-154.
- Durzan, D.J. (1968) Nitrogen metabolism of *Picea glauca*. I. Seasonal changes of free amino acids in buds, shoot apices, and leaves, and the metabolism of uniformly labelled ^{14}C -l-arginine by buds during the onset of dormancy. *Can. J. Bot.*, 46, 909-919.
- Durzan, D.J. (1971) Free amino acids as affected by light intensity and the relation of responses to the shade tolerance of white spruce and shade intolerance of jack pine. *Can. J. For. Res.*, 1, 131-140.
- Durzan, D.J. and Steward, F.C. (1967) The nitrogen metabolism of *Picea glauca* (Moench) Voss and *Pinus banksiana* Lamb. as influenced by mineral nutrition. *Can. J. Bot.*, 45, 695-710.
- 藤田 桂治・米山 徳造 (1975) 緑化用樹木の葉の養分組成. 86 回日林講, 128-129.
- 福元 将志・長井 晃四郎 (1981) リンゴ樹によるアンモニア態ならびに硝酸態窒素の吸収. 果樹試報, C8, 57-65.
- 古川 忠 (1964) 林木の幹に蓄積する無機養分元素の研究. 日林誌, 46, 281-293.
- 古川 忠 (1965) 林木稚苗の無機養分吸収におよぼす施肥量の効果について. 日林誌, 47, 356-362.
- 古川 忠 (1966) カラマツの幹に蓄積する無機養分について. 日林誌, 48, 158-162.
- Gessler, A., Schneider, S., Weber, P., Hanemann, U. and Rennenberg, H. (1998) Soluble N compounds in trees exposed to high loads of N: a comparison between the roots of Norway spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) trees grown under field conditions. *New Phytol.*, 138, 385-399.
- 後藤 和秋 (1977) 葉分析による林木の栄養診断にたいする 2.3 の考察. 林試研報, 290, 35-75.
- Grasmanis, V.O. and Nicholas, J.D. (1971) Annual uptake and distribution of N15-labelled ammonia and nitrate in young jonathan / mm104 apple trees grown in solution cultures. *Plant and Soil*, 35, 95-112.
- 生原 喜久雄・相場 芳憲 (1978) スギの赤変徴候に関する研究 (III)、下枝葉の徴候と葉の養分濃度および Mg 施肥. 日林誌, 60, 41-48.
- 原 弘・柴田 信男・和田 克之・市川 清美 (1975) 緑化用樹木の栽培管理法に関する研究 (6)、緑化用樹木に対する三要素適量試験並びに葉分析結果について (2) 常緑広葉樹. 日林中支講, 23, 164-168.
- 原田 洸 (1963) 苗木の生長と養分吸収におよぼす土壤中の養分状態の影響 (第 3 報)、施肥量を 2 段階に変えた 3 要素試験におけるスギ, カラマツ, アカマツ 1-0 苗の生長と養分吸収. 日林誌, 45, 404-411.
- 原田 洸 (1964) 落葉期におけるカラマツの葉の養分の動き. 日林誌, 46, 124-126.
- 原田 洸・後藤 和秋 (1964) スギ幼齢木の葉分析に関する 2-3 の考察. 75 回日林講, 273-275.
- 原田 洸・堀田 庸・佐藤 久男 (1967) 水耕で N、P、K の各養分を欠如培養した場合のスギ、アカマツの成長、養分吸収ならびに苗体内における乾物と養分の配分. 78 回日林講, 278-280.
- 原田 洸・佐藤 久男 (1966) スギ壮令木の幹の乾重量、養分含有量、および樹皮、辺材、心材におけるこれらの配分状態について. 日林誌, 48, 315-324.
- 原田 洸・佐藤 久男 (1968) 8 年生アカマツの葉の枝階別、葉齢別の養分濃度. 日林誌, 50, 351-353.
- 原田 洸・佐藤 久男・堀田 庸・蜂屋 欣二・只木 良也 (1972) スギ壮齢木の養分含有量に関する研究. 林試研報, 249, 17-74.
- Hill-Cottingham, D.G. and Cooper, D.R. (1970) Effect of time of application of fertiliser nitrogen on the distribution and identity of the nitrogenous constituents of young apple trees. *J. Sci. Fd. Agric.*, 21, 172-177.
- Hillerdal-Hagstomer, K., Mattson-Djos, E. and Hellkvist, J. (1982) Field studies of water relations and photosynthesis in Scots pine. II. Influence of irrigation and fertilization on needle water potential of young pine trees. *Physiol. Plant.*, 54, 295-301.
- Ho, I. and Trappe, J.M. (1975) Nitrate reducing capacity of two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycologia*, 67, 886-888.
- 井田 正二 (1996) 窒素栄養の分子生物学的アプローチ 2, 硝酸塩と亜硝酸塩の同化. 土肥誌, 67, 707-715.
- 池田 元輝 (1986) 無機窒素の吸収・同化と植物生育. 日本土肥学会編 "植物生産性の生理生化学". 博友社, 73-106.
- Imamura, N., Komatsu, M., Ohashi, S., Hashimoto, S., Kajimoto, T., Kaneko, S. and Takano, T. (2017) Temporal changes in the radiocesium distribution in forests over the five years after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Scientific Reports*, volume 7, Article number: 8179.
- 井上 興一・横田 弘司・山田 芳雄 (1986) カルシウム濃度の異なる条件において、水耕液中のアンモニア態窒素ならびに硝酸態窒素が作物の根の生育に及ぼす影響. 土肥誌, 57, 493-502.
- 石垣 幸三 (1971) 茶樹に対するアンモニア態窒素と硝酸態窒素の比較 (第 1 報)、窒素濃度の影響. 茶業技術研究, 42, 27-34.
- 伊藤 省吾 (1970a) アカマツ, クロマツの造林学的性質に関する研究 (1)、Mg 施肥量、窒素源および pH がアカマツ, クロマツの水耕稚苗の生長ならびに無機栄養に及ぼす影響. 名大農演報, 5, 109-122.

- 伊藤 省吾 (1970b) アカマツ, クロマツの造林学的性質に関する研究 (2)、Ca 施肥量, 窒素源および pH がアカマツ, クロマツの水耕稚苗の生長ならびに無機栄養におよぼす影響. 名大農演報, 5, 123-140.
- 伊藤 忠夫・植田 正幸 (1966) アカマツ幼齡造林地における立地別肥培試験. 日林誌, 48, 213-220.
- 岩田 正利・谷内 武信 (1953) 窒素形態の差異と蔬菜の生育. 園学誌, 22, 183-192.
- 加藤 正樹 (1978) 森林土壌及び水分動態と林床植生 (II)、植物体中の窒素の変動. 89 回日林論, 155-157.
- 加藤 正樹 (1984a) 林地斜面における窒素の動態 (I)、土壌の無機態窒素の動態. 95 回日林論, 185-188.
- 加藤 正樹 (1984b) 林地斜面における窒素の動態 (II)、吸引法による土壌溶液の採取と溶存窒素の動態. 95 回日林論, 189-192.
- 加藤 正樹・有光 一登・小林 繁男・荒木 誠 (1986) 採土円筒を用いて Incubation した土壌の窒素の変化 (III)、異なる pH 値で加圧脱水した土壌溶液の K, Ca, Mg 濃度. 97 回日林論, 225-227.
- 加藤 正樹・小野寺 真一・小林 政広 (1995) 源頭部森林小流域における土壌溶液と湧水の硝酸態窒素の動態. 日林誌, 77, 516-526.
- Kato, T., Yamagata, M. and Tsukahara, S. (1984) Seasonal variations in nitrogenous compounds in xylem sap of satsuma mandarin trees. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 53, 13-16.
- Kaufmann, M.R. (1968) Water relations of pine seedlings in relation to root and shoot growth. Plant Physiol., 43, 281-288.
- 河田 弘 (1966) アカマツ 1-1 苗の時期別養分吸収について. 林試研報, 187, 27-52.
- 河原 輝彦・堤 利夫 (1968) 森林土壌中の無機態チッ素に関する研究 (1)、その季節変化について. 京大演報, 40, 157-168.
- 川名 明・熊田 淳・足立 博貴 (1989) 落葉広葉樹および常緑広葉樹の枝葉中の生育休止期に入る前後の諸元素含有率の変化について. 100 回日林論, 237-238.
- 川島 禄郎 (1943) アカマツの生育と土壌反応並びに置換性石灰との関係について. 赤松林施業法研究論文集, 71-82.
- 川添 強・堀田 庸・森貞 和仁・長友 忠行 (1987) 斜面地形と水溶性成分 (V)、土壌溶液中の成分比. 98 回日林論, 155-158.
- 切替 眞智子・波多野 隆介 (2000) 外部 NH_4^+ が各種森林土壌 A 層の硝酸化成に及ぼす影響. 土肥誌, 71, 63-71.
- Komatsu, M., Hirai, K., Nagakura, J. and Noguchi, K. (2017) Potassium fertilisation reduces radiocesium uptake by Japanese cypress seedlings grown in a stand contaminated by the Fukushima Daiichi nuclear accident. Scientific Reports, 7: 15612 | DOI:10.1038/s41598-017-15401-w
- Kozłowski, T.T. and Winget, C.H. (1964) The role of reserves in leaves, branches, stems, and roots on shoot growth of red pine. Amer. Jour. Bot., 51, 522-529.
- Kreuzwieser, J., Herschbach, C., Stulen, I., Wiersema, P., Vaalburg, W. and Rennenberg, H. (1997) Interactions of NH_4^+ and L-glutamate with NO_3^- transport processes of non-mycorrhizal *Fagus sylvatica* roots. J. Exp. Bot., 48, 1431-1438.
- Krueger, K.W. (1967) Nitrogen, phosphorus, and carbohydrate in expanding and year-old Douglas-fir shoots. For. Sci., 13, 352-356.
- 黒瀬 邁・松崎 徹 (1979) 発芽前後の桑樹の各部位における遊離アミノ酸組成. 蚕糸研究, 111, 27-34.
- 杳名 重明・本庄 真・鈴木 道代・仁王 以智夫 (1988a) 土壌型および樹種の相違による窒素の無機化と硝化活性. 日林誌, 70, 80-85.
- 杳名 重明・鈴木 道代・仁王 以智夫 (1988b) 同一斜面に植栽されたスギ林の土壌型の相違による窒素の無機化と硝化活性. 日林誌, 70, 127-130.
- 桑原 武男 (1960) 林地肥培試験. 広島県林業試験場報告, 69-79.
- Lahdesmaki, P. and Pietilainen, P. (1988) Seasonal variation in the nitrogen metabolism of young Scots pine. Silva Fennica, 22, 233-240.
- Lavoie, N., Vezina, Louis-P. and Margolis, H.A. (1992) Absorption and assimilation of nitrate and ammonium ions by jack pine seedlings. Tree Physiol., 11, 171-183.
- Li, C.Y., Lu, K.C., Trappe, J.M. and Bollen, W.B. (1972) Nitrate-reducing capacity of roots and nodules of *Alnus rubra* and roots of *Pseudotsuga menziesii*. Plant and Soil, 37, 409-414.
- 真部 辰夫 (1961) 養分 (3 要素) ・庇陰の違いがスラッシュマツの生育におよぼす影響. 日林誌, 43, 325-332.
- Marschner, H. (1995) "Mineral nutrition of higher plants". Second edition. Academic Press, London, 95.
- Martin, F., Chemardin, M. and Gadai, P. (1981) Nitrate assimilation and nitrogen circulation in Austrian pine. Physiol. Plant., 53, 105-110.
- 真下 育久 (1957) 森林土壌の水湿状態 (pF). 林野土調報, 8, 43-66.
- Mifflin, B.J., and Lea, P.J. (1976) The pathway of nitrogen assimilation in plants. Phytochem., 15, 873-885.
- 三木 円・桑原 武男 (1959) 林地肥培試験. 広島県林業試験場報告, 47-65.
- 溝口 岳男・赤間 亮夫 (1989) 水耕栽培におけるスギ・アカマツ苗の菌根形成状況. 100 回日林論, 247-248.
- 溝口 岳男・赤間 亮夫・高橋 正通・重永 英年・長倉 淳子・阪田 匡司・野口 享太郎 (2003) スギ,

- コナラ, シデ成木における部位別窒素濃度の季節変動. 日林学術講, 114, 683.
- Moreau, D., Bardgett, R.D., Finlay, R.D., Jones, D.L. and Philippot, L. (2019) A plant perspective on nitrogen cycling in the rhizosphere. *Funct. Ecol.*, 33, 540–552.
- Mori, T. (1974) Seasonal changes of soluble nitrogen and free amino acids in *Cryptomeria japonica* seedlings. *J.Jpn.For. Soc.*, 56, 347-352.
- Mori, T. (1975a) The role of citrulline in the nitrogen translocation of *Cryptomeria* seedlings. *J.Jpn.For.Soc.*, 57, 117-120.
- 森 徳典 (1975b) 春先のスギ苗の成長と可溶性蛋白質. 日林誌, 57, 440-443.
- Mori, T. (1976a) Effect of nitrogenous nutrition on citrulline accumulation in *Cryptomeria japonica* shoots. *J.Jpn.For. Soc.*, 58, 15-19.
- Mori, T. (1976b) Effect of free amino acid level on citrulline degradation in *Cryptomeria japonica* shoots. *J.Jpn.For. Soc.*, 58, 57-59.
- Mori, T. (1976c) The role of citrulline in amino acid metabolism and the ornithine cycle in *Cryptomeria japonica* seedlings. *J.Jpn.For.Soc.*, 58, 328-333.
- 森次 益三・河崎 利夫 (1981) 作物生育ならびに無機養分吸収に及ぼす窒素源の影響 2、窒素限定供給栽培法の場合. 土肥誌, 52, 20-26.
- 長倉 淳子・安部 久・張 春花・高野 勉・高橋 正通 (2016) 放射性セシウム沈着量の異なる林分から採取した スギの葉と材のセシウム, ルビジウム, カリウム含有量. 森林立地, 58(2), 51-60.
- 長倉 淳子・稲垣 昌宏・重永 英年・三浦 覚 (2011) 塩基欠乏条件下で育成したスギ苗の養分状態と症状. 関東森林研究, 62, 199-202
- 長倉 淳子・金子 真司・赤間 亮夫・重永 英年 (2009) 各種広葉樹における夏期と秋期の葉の養分濃度. 関東森林研究, 60, 195-198
- 長倉 淳子・重永 英年・赤間 亮夫 (2000) 各種広葉樹における養分組成の比較. 日林学術講, 111, 560
- 長倉 淳子・重永 英年・赤間 亮夫・高橋 正通 (2002) 土壤水分条件がスギ・ヒノキ苗の成長反応に及ぼす影響. 日林学術講, 113, 539.
- 長倉 淳子・重永 英年・赤間 亮夫・高橋 正通 (2003) スギ・ヒノキ苗の成長に与える土壤水分と窒素の影響. 日林学術講, 114, 681.
- 長倉 淳子・重永 英年・趙 炳薫・野口 享太郎・高橋 正通 (2004) 異なる窒素と水分条件下で育成したスギの土壤乾燥に対する蒸散応答. 日林学術講, 115, 666.
- 長倉 淳子・重永 英年・今矢 明宏 (2008) スギ集団葉枯症発生林分の葉の栄養状態. 九州森林研究, 61, 150-151.
- 長倉 淳子・高橋 正通・重永 英年 (2006) 土壤水分・窒素条件の異なるスギ苗木当年葉の生理特性. 日林関東支論, 57, 123-124
- 永野 正造・小西 好洋 (1977) アカマツの葉分析についての二、三の検討 (1)、枝葉の形態的配列と葉内窒素含有率の関係. 日林東北支, 29, 88-90.
- 永野 正造・ファン - ディン - タン (1978) アカマツの葉分析についての二、三の検討 (2)、施肥による葉内窒素含有率の変動. 日林東北支, 30, 167-169.
- 中村 義司 (1977) 広葉樹の葉の N、P、K 濃度の樹種間差と生育立地との関係. 日林誌, 59, 287-292.
- 中沢 春治 (1960) スギ播種苗の石灰窒素施肥試験. 日林誌, 42, 321-322.
- 野上 寛五郎 (1989) 萌芽更新したクヌギ成木の葉部の養分含有率の季節変化. 100 回日林論, 239-240.
- 小笠原 隆三 (1974) 樹齢、葉齢によるアカマツの葉内成分の変化. 日林誌, 56, 271-275.
- 大平 亘・川名 明・丹下 勲・熊田 淳・本江 一郎 (1987) クヌギ葉の生育相別無機元素含量に及ぼす N 施肥の影響. 98 回日林論, 161-162.
- Oland, K. (1959) Nitrogenous reserves of apple trees. *Physiol. Plant.*, 12, 594-648.
- 大友 玲子・太田 誠一・真田 勝 (1993) 土壌 pH の違いと苗木の成長. 日林論, 104, 331-332.
- 大友 玲子・真田 勝・高橋 正通 (1995) 土壌 pH の違いと苗木の成長 (II), 土壌養分環境について. 日林論, 106, 225-226.
- 王子 善清 (1989) 植物の好アンモニア性と好硝酸性. 農化, 63, 1382-1385.
- 王子 善清 (1996) 植物の無機態窒素に対する生理応答と硝酸還元への制御に関する研究. 土肥誌, 67, 239-242.
- 王子 善清・伊沢 悟郎 (1974 a) インタクト植物による無機窒素の吸収ならびに同化に関する研究 (第 3 報)、水稻およびキュウリの無機窒素同化初期における遊離アミノ酸含量について. 土肥誌, 45, 259-262.
- 王子 善清・伊沢 悟郎 (1974 b) インタクト植物による無機窒素の吸収ならびに同化に関する研究 (第 4 報)、NH₄-N および NO₃-N の利用性における水稻とキュウリの差異, 特にその代謝的背景. 土肥誌, 45, 341-351.
- Pate, J.S. (1980) Transport and partitioning of nitrogenous solutes. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 31, 313-340.
- Pate, J.S., Wallace, W. and Van Die, J. (1964) Petiole bleeding sap in the examination of the circulation of nitrogenous substances in plants. *Nature*, 204, 1073-1074.
- Pharis, R. P., Barnes, R. L. and Naylor, A. W. (1964) Effects of nitrogen level, calcium level and nitrogen source upon the growth and composition of *Pinus taeda* L.. *Physiol. Plant.*, 17, 560-572.
- Pitcairn, C.E.R., Leith, I.D., Fowler, D., Hargreaves, K.J.,

- Moghaddam, M., Kennedy, V.H. and Granat, L. (2001) Foliar nitrogen as an indicator of nitrogen deposition and critical loads exceedance on a European scale. *Water, Air, and Soil Pollution*, 130, 1037-1042.
- Plassard, C., Scheromm, P., Mousain, D. and Salsac, L. (1991) Assimilation of mineral nitrogen and ion balance in the two partners of ectomycorrhizal symbiosis : Data and hypothesis. *Experientia*, 47, 340-349.
- 佐伯 岩雄・脇 孝介 (1978) 林地における無機態窒素の季節的変動. *日林九支論*, 30, 191-192.
- 榊原 均・杉山 達夫 (1997) 窒素栄養の分子生物学的アプローチ 3、無機態窒素の代謝と光合成. *土肥誌*, 68, 75-80.
- 真田 勝・塘 隆男 (1978) スギ, ヒノキ, アカマツの苗木が生育中期に吸収する窒素の形態. *日林誌*, 60, 423-425.
- Sarjala, T., Raitio, H. and Turkki, E.-M. (1987) Nitrate metabolism in Scots pine seedlings during their first growing season. *Tree Physiol.*, 3, 285-293.
- 佐々木 茂・山谷 孝一 (1980) 土壌の相違による窒素供給力の差異 (III)、垂直成帯的な 4 土壌についての無機態窒素生成過程. *日林東北支*, 32, 161-163.
- 佐藤 久男 (1977) 笠間国有林におけるアカマツ幼齡林施肥試験、植栽施肥後 15 年間の経過. *林試研報*, 297, 43-57.
- 佐藤 敬二 (1971) "新造林学". 地球社, 466pp.
- 佐藤 光政 (1981) 桑の物質生産に関する研究、特に収穫後における残葉の生理機能の変化と再成長への寄与について. *蚕試報*, 28, 401-494.
- 佐藤 大七郎 (1983) "育林". 文永堂, 169.
- 佐藤 俊・山谷 孝一・長谷川 浩一・後藤 和秋・西田 豊昭・柳谷 清子 (1964) 東北地方における主要造林樹種の施肥効果について. *林試研報*, 167, 93-190.
- 佐藤 彌太郎 (1950) "スギの研究". 養賢堂, 309.
- Scheromm, P. and Plassard, C. (1988) Nitrogen nutrition of non-mycorrhized maritime pine (*Pinus pinaster*) grown on nitrate or ammonium. *Plant Physiol. Biochem.*, 26, 261-269.
- Schneider, S., Gessler, A., Weber, P., von Sengbusch, D., Hanemann, U., and Rennenberg, H. (1996) Soluble N compounds in trees exposed to high loads of N: A comparison of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) grown under field conditions. *New Phytol.*, 134, 103-114.
- Schrader, L.E., Ritenour, G.L., Eilrich, G.L. and Hageman, R.H. (1968) Some characteristics of nitrate reductase from higher plants. *Plant Physiol.*, 43, 930-940.
- 芝本 武夫 (1943) アカマツ林土壌の性質. *赤松林施業法研究論文集*. 日本林学会, 55-69.
- 芝本 武夫 (1952) スギ、ヒノキ、アカマツの栄養並びに森林土壌の肥沃度に関する研究. *林野庁*, 253pp.
- 芝本 武夫・中沢 春治 (1958) アカマツ稚苗の成長にともなう無機栄養分の吸収について. *日林誌*, 40, 383-390.
- 柴田 信男 (1960) 林木稚苗の栄養生理に関する研究 (7)、スギ, ヒノキ, アカマツ及びクロマツ稚苗における肥料要素含有量に関する 2-3 の総合的考察. *京大演報*, 29, 181-206.
- 四手井 綱英 (1963) アカマツ林の造成、基礎と実際. 地球出版, 326pp.
- 重永 英年・荒木 眞岳・釣田 竜也・長倉 淳子 (2011) スギ葉枯れ症状発生林分の針葉の K, Mg, Ca 含有量の特徴、大分県山国町、熊本県水上村、鹿児島県東郷町の事例調査と全国値との比較から. *九州森林研究*, 64, 66-68.
- 重永 英年・長倉 淳子・三浦 覚 (2013) 日本の主要針葉樹の葉の窒素含有量. *日林学術講*, 124, 240.
- 重永 英年・三浦 覚・長倉 淳子・高橋 正通 (2004) 気象環境に対するスギ樹液流速の応答. *日林学術講*, 115, 672.
- 重永 英年・長倉 淳子・高橋 正通・赤間 亮夫 (2003) 日本におけるスギ針葉の窒素含有率. *日林学術講*, 114, 682.
- 重永 英年・高橋 正通・長倉 淳子・赤間 亮夫 (2008) 日本におけるスギ針葉窒素含有量の空間変動. *日林誌*, 90, 182-189.
- Smirnoff, N. and Stewart, G.R. (1985) Nitrate assimilation and translocation by higher plants. *Comparative physiology and ecological consequences*. *Physiol.Plant.*, 64, 133-140.
- Smirnoff, N., Todd, P. and Stewart, G.R. (1984) The Occurrence of Nitrate Reduction in the Leaves of Woody Plants. *Ann. Bot.*, 54, 363-374.
- Stoermer, H., Seith, B., Hanemann, U., George, E. and Rennenberg, H. (1997) Nitrogen distribution in young Norway spruce (*Picea abies*) trees as affected by pedospheric nitrogen supply. *Physiol.Plant.*, 101, 764-769.
- Suzuki, T. (1982) Changes in total nitrogen and free amino acids in stem cuttings of mulberry (*Morus alba* L.). *J. Exp. Bot.*, 33, 21-28.
- 鈴木 健夫 (1983) 木本植物の生長と窒素の貯蔵・転流形態、樹木生物学・生理学のすすめ. *化学と生物*, 21, 496-498.
- Suzuki, T. and Kohno, K. (1983) Changes in the nitrogen compounds of xylem sap of mulberry (*Morus alba* L.) during regrowth after pruning. *Ann. Bot.*, 51, 441-448.
- 鈴木 健夫・河野 清 (1984) クワの溢泌液と上位葉の遊離アミノ酸. *日蚕雑*, 53, 216-221.
- 鈴木 健夫・河野 清 (1985) 木本植物の生長と窒素の貯蔵、利用. *日蚕雑*, 54, 175-180.

- 高橋 英一 (1993) ここまでわかった作物栄養のしくみ. 農文協, 232pp.
- 高橋 輝昌・生原 喜久雄・相場 芳憲 (1994) スギ・ヒノキ造林地での斜面位置別の表層土壌の窒素無機化量. 森林立地, 36, 15-21.
- 田中 明・但野 利秋 (1973) 塩基適応性の作物種間差 (2)、カルシウム欠乏症発現限界培地濃度の種間差を生ぜしめる作物の属性、比較植物栄養に関する研究. 土肥誌, 44, 372-376.
- 田中 明・但野 利秋・山田 三樹夫 (1973) 塩基適応性の作物種間差 (1)、カルシウム適応性、比較植物栄養に関する研究. 土肥誌, 44, 334-339.
- Tanikawa, T., Sobue, A. and Hirano, Y. (2014) Acidification processes in soils with different acid buffering capacity in *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* forests over two decades. For. Ecol. Manage., 334, 284-292.
- 但野 利秋・田中 明 (1976) アンモニア態および硝酸態窒素適応性の作物種間差 (第1報)、生育初期におけるアンモニア態及び硝酸態窒素選択吸収能と生育反応、比較植物栄養に関する研究. 土肥誌, 47, 321-328.
- 戸田 浩人・鈴木 美恵子・生原 喜久雄 (1996) 森林土壌および A₀ 層における無機態窒素の季節変化. 森林環境資源科学, 34, 33-43.
- 徳地 直子 (1996) 竜王山森林試験地の斜面上の異なる位置における窒素循環機構. 京大演報, 68, 9-24.
- 富田 智・松永 浩史・松村 順司・小田 一幸 (2004) スギ黒心材におけるカリウム分布. 九州森林研究, 57, 289-292.
- 戸沢 俊治 (1967) スギの生長に及ぼす土壌の養水分の影響 (予報)、スギ品種苗木の灌水試験. 日林東北支, 19, 6-9.
- 戸沢 俊治・千葉 宗男・永野 正造・野宮 正宣 (1968a) スギ苗木の生長に及ぼす養、水分因子の関連 (1)、低濃度養液のみの連続灌水. 日林東北支, 20, 46-48.
- 戸沢 俊治・千葉 宗男・永野 正造・野宮 正宣 (1968b) スギ苗木の生長に及ぼす養水分因子の関連 (2)、高濃度養液の断続灌水. 日林東北支, 20, 49-50.
- Tromp, J. and Ovaa, J.C. (1971) Spring mobilization of storage nitrogen in isolated shoot sections of apple. Physiol. Plant., 25, 16-22.
- Tromp, J. and Ovaa, J.C. (1973) Spring mobilization of protein nitrogen in apple bark. Physiol. Plant., 29, 1-5.
- Tromp, J. and Ovaa, J.C. (1976) Effect of time of nitrogen application on amino-nitrogen composition of roots and xylem sap of apple. Physiol. Plant., 37, 29-34.
- Tromp, J. and Ovaa, J.C. (1979) Uptake and distribution of nitrogen in young Apple trees after application of nitrate or ammonium, with special reference to asparagine and arginine. Physiol. Plant., 45, 23-28.
- 津田 耕治・大友 玲子 (1975) 要素欠乏が、カンバ、ハンノ木苗木の生育と養分吸収におよぼす影響. 日林北支講, 24, 53-57.
- 塘 隆男 (1962) わが国主要造林樹種の栄養および施肥に関する基礎的研究. 林試研報, 137, 1-158.
- 塘 隆男・道仙 喜一・三宅 勇・飯塚 三男・佐藤 克男 (1954) 天然更新した6年生アカマツ林に対する施肥の効果 (予報). アカマツに関する研究論文集, 31-37.
- 堤 利夫・河原 輝彦・四手井 綱英 (1968) 森林生態系における養分の循環について (1)、個体および林分の地上部の養分量. 日林誌, 50, 66-74.
- van Groenigen, J.W., Huygens, D., Boeckx, P., Kuyper, Th. W., Lubbers, I. M., Rütting, T. and Groffman, P. M. (2015). The soil N cycle: new insights and key challenges. Soil, 1, 235-256.
- Vezina, L.-P., Margolis, H.A., McAfee, B.J., and Delaney, S. (1989) Changes in the activity of enzymes involved with primary nitrogen metabolism due to ectomycorrhizal symbiosis on jack pine seedlings. Physiol. Plant., 75, 55-62.
- Vollbrecht, P., Klein, E. and Kasemir, H. (1989) Different effects of supplied ammonium on glutamine synthetase activity in mustard (*Sinapis alba*) and pine (*Pinus sylvestris*) seedlings. Physiol. Plant., 77, 129-135.
- Wallace, A. (1954) Ammonium and nitrate nitrogen absorption by Citrus. Soil Sci., 78, 89-94.
- Wallace, A. and Mueller, R.T. (1956) Ammonium and nitrate nitrogen absorption from sand culture by rough lemon cuttings. Am. Soc. Hort. Sci., 69, 183-188.
- 米山 忠克・熊沢 喜久雄 (1972) 水稻幼植物に吸収された ¹⁵NO₃-N、¹⁵NH₄-N の体内分布における相異について. 土肥誌, 43, 329-332.
- 吉田 重明・三宅 大浄・仁王 以智夫 (1979) 森林土壌中の窒素の動態 (1)、森林表層土における硝化細菌の分布と硝化活性. 日林誌, 61, 21-25.
- 吉田 重明・春田 泰次・仁王 以智夫 (1980) 森林土壌中の窒素の動態 (2)、土壌型の異なる2種の天然林土壌中の窒素の無機化と硝化活性. 日林誌, 62, 230-233.
- 吉野 みどり (1981) 湿原. 町田 貞・井口 正男・貝塚 爽平・佐藤 正・樫根 勇・小野 有五編 "地形学辞典". 二宮書店, 241.
- 吉崎 真司・湯浅 保雄・松本 陽介・大原 正之・橋本 与良 (1978) クロマツ15年生林分における葉中チッ素含量の垂直分布について. 日林中支講, 26, 93-96.

Relationship between nitrogen utilization characteristics and suitable growth area for *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. A consideration on nutritional physiology of forest trees

Akio AKAMA¹⁾, Takeo MIZOGUCHI²⁾ and Junko NAGAKURA^{3)*}

Abstract

It is necessary to know the nutritional characteristics of forest trees when considering the effects of changes in nutrient environment due to air pollution on forests. The reasons why *Pinus densiflora* grows on a poor nutrition area like ridge were examined. It is considered that the soil is acidic and the main nitrogen source is ammonium nitrogen in locations where *P. densiflora* grows. *P. densiflora* seedlings grown by both hydroponics and soil cultivation grow better when the nitrogen source supplied is ammonium nitrogen. Nitrate nitrogen is barely detectable in the roots, needles, and xylem saps in *P. densiflora*. Free amino acids detected in these seedlings are mainly glutamine and arginine, and nitrogen is transferred from the root to the shoot in the form of glutamine most. Absorbed inorganic nitrogen appears to be rapidly assimilated into amino acids in relation with root respiration. In the needles of *P. densiflora* grown in the field, the concentrations of bases, such as calcium and magnesium, are lower than the concentrations in most other coniferous and broadleaf trees. In many plants such as *Cryptomeria japonica*, bases are thought to be necessary for electrical balance when nitrate nitrogen is absorbed. However, *P. densiflora* does not use such a mechanism. In case of *P. densiflora*, ammonium nitrogen is the main nitrogen source; on the other hand, nitrate nitrogen is reduced immediately after absorption. Furthermore amino acid synthesis progresses smoothly in the root. The quick reduction of nitrate nitrogen in *P. densiflora* tree might be the adaptation to acidic soil areas where bases are lacking.

Key words : free amino acid, ammonium, nitrate, nitrate reduction, base, calcium, translocation

Received 20 January 2020, Accepted 30 June 2020

1) Center for Forest Restoration and Radioecology, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Kansai Research Center, FFPRI

3) Department of Forest Soils, FFPRI

* Department of Forest Soils, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN; e-mail: kurya@ffpri.affrc.go.jp

論文 (Original article)

林試の森公園（東京都）におけるチョウ類相の変遷

井上 大成^{1)*}

要旨

東京都にある林試の森公園（農林省林業試験場跡地）における現在のチョウ類相を把握するために、2010年から2019年まで203日間の野外調査を行い、40種のチョウを記録した。その内訳は、アゲハチョウ科8種、シロチョウ科5種、シジミチョウ科9種、タテハチョウ科15種、セセリチョウ科3種であった。田中（1988）の基準に基づいて分類したところ、森林性種は25種（62.5%）、草原性種は15種（37.5%）であった。巢瀬の環境指数（EI）の値は74で、「農村・人里」にあたる「中自然」と評価された。記録種の地理的分布型の構成比を日本全体と比較すると、ヒマラヤ型（15.0%）が占める割合が高く、シベリア型（15.0%）やウスリー型（5.0%）の種が占める割合が低かった。ウラミアアカシジミやミズイロオナガシジミなどの森林性、1化性、卵越冬、中華型分布という特徴を持つ種が、1970年代に同公園でとられたデータ（農林省林業試験場1975）と比べて減少していた。

キーワード：生物多様性、森林性チョウ、地理的分布型、草原性チョウ、越冬態、都市公園、化性

緒言

都市近郊にある農林業関係の試験研究機関の敷地は、面積が比較的広いこと、苗畑や樹木園などを併設しているため植物の種数が多く森林と草原が入り混じった植生を持つこと、直接開発されることはないことなどから、チョウ類のような植生と関わり深い生物の保全場所になっている可能性が高く、これまでの研究で、周辺地域と比較してチョウ類の種数が多い、多様度指数の値や生息密度が高い、あるいは国や県のレッドリスト種が生息しているなどの結果が報告されている（井上2004, 2017a, b, 2018, 松本2006, 2008, 松本・井上2012, 松本ら2013, 佐藤ら2015, 井上・後藤2017）。

東京都立林試の森公園は、旧農林省林業試験場の跡地に1989年に作られた。現状は公園であるが、面積が広く、林業試験場時代の樹木を多く残しているため植物の種数が多いことなど、上記のような試験研究機関と類似した特徴を持っていると考えられる。この公園は、1970年代以前のチョウ類について、各種の相対的な密度がある程度推定できる形で明らかになっている都心部としては数少ない場所である（農林省林業試験場1975）。

1950年代～1970年代の高度経済成長期には、開発が進んだことによって、都市部において多くのチョウ類が局所的に絶滅または個体数が大きく減少した（井上2005）。その後1990年代後半から2000年代にかけては、分布域を大きく拡大する種や、個体数増加が見られる種が多く現れるなど、日本のチョウ類の分布に極めて大きな変化

が起こった（井上2016）。

本研究の目的は、都市において近年減少あるいは増加している種の生態的特徴を明らかにし、チョウ類の保全のための基礎資料とすることである。そのために信頼できる過去の資料があり、開発の影響を受け難くチョウ類相が保全されている可能性が高いこの公園で、2010年から2019年までの10年間野外調査を行い、1970年代以前と2010年代のチョウ類相の変化について比較・考察したので、その結果を報告する。

調査地および研究方法

調査地

調査地は、東京都立林試の森公園（品川区小山台および目黒区下目黒、北緯35度37分31秒、東経149度42分5秒、標高約15～28m、面積約12ha；以下「本公園」と略記）である。この場所には1900年から農林省林業試験場およびその前身の苗圃や試験所があったが、同試験場が1978年に茨城県つくば市へ移転した後に東京都に移管され、「目黒公園」としての暫定開放期間を経て、1989年に本公園が開園した。試験場時代の樹木がそのまま残されているため、ケヤキ *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino、ムクノキ *Aphananthe aspera* (Thunb.) Planch.、エノキ *Celtis sinensis* Pers.、クスノキ *Cinnamomum camphora* (L.) J.Presl、スズカケノキ属 *Platanus* spp.、スダジイ *Castanopsis sieboldii* (Makino) Hatus. ex T.Yamaz. et Mashiba、常緑カシ類 *Quercus* spp.、アベマキ *Quercus*

原稿受付：令和元年12月9日 原稿受理：令和2年4月2日

¹⁾ 森林総合研究所 多摩森林科学園

* 森林総合研究所 多摩森林科学園 〒193-0843 八王子市廿里町1833-81

variabilis Blume、クヌギ *Quercus acutissima* Carruth.、コナラ *Quercus serrata* Murray、サクラ属 *Cerasus* spp.、ユリノキ *Liriodendron tulipifera* L.、ヤマナラシ属 *Populus* spp.、ヌマスギ（ラクウショウ）*Taxodium distichum* (L.) Rich.、ヒノキ *Chamaecyparis obtusa* (Siebold et Zucc.) Endl.、サワラ *Chamaecyparis pisifera* (Siebold et Zucc.) Endl.、ヒマラヤスギ *Cedrus deodara* (Roxb.) G. Don、マツ属 *Pinus* spp.、イチヨウ *Ginkgo biloba* L. などの大木が多く、また通常の公園には見られないような希少樹種（例えばシマスルスベリ *Lagerstroemia subcostata* Koehne やハナガガシ *Quercus hondae* Makino など）もある。垂高木や低木としては、ウメ *Prunus mume* Siebold et Zucc.、ヒイラギモクセイ *Osmanthus x fortunei* Carrière、キンモクセイ *Osmanthus fragrans* Lour. var. *aurantiacus* Makino、トウネズミモチ *Ligustrum lucidum* Aiton、ネズミモチ *Ligustrum japonicum* Thunb.、セイヨウアジサイ *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser. f. *hortensia* (Lam.) Rehder、ヒサカキ *Eurya japonica* Thunb. var. *japonica*、サザンカ *Camellia sasanqua* Thunb.、ツバキ *Camellia japonica* L.、アオキ *Aucuba japonica* Thunb. var. *japonica*、オオムラサキ *Rhododendron x pulchrum* Sweet 'Oomurasaki'、サツキ *Rhododendron indicum* (L.) Sweet、ドウダンツツジ *Enkianthus perulatus* (Miq.) C.K. Schneid.、イロハモミジ *Acer palmatum* Thunb.、マテバシイ *Lithocarpus edulis* (Makino) Nakai、ミカン属 *Citrus* spp. が多い。

森林の林床は、歩道や広場などの付近は裸地状態で草はほとんど生えていないが、利用者の立ち入りが制限されている場所では、アズマネザサ *Pleiblastus chino* (Franch. et Sav.) Makino が優占し、ヤブラン *Liriope muscari* (Decne.) L.H. Bailey、ジャノヒゲ（リュウノヒゲ）*Ophiopogon japonicus* (Thunb.) Ker Gawl.、シャガ *Iris japonica* Thunb.、ヤブミョウガ *Pollia japonica* Thunb.、ミズヒキ *Persicaria filiformis* (Thunb.) Nakai ex W.T. Lee が多い。木が生えていない広場やグラウンドなどもあるが、これらは基本的には裸地で、草地は公園の周縁部や芝生広場などの一部に限られている。最も広い草地である芝生広場でも、草は疎らで、かなり裸地に近い状態にある。周縁部の草地ではイネ科やキク科植物が優占しているが、草刈りによって丈は低く抑えられている。主要な歩道は舗装されているが、幅の狭い未舗装の歩道も多い。

クヌギの大木からは樹液が常に出ており、また数か所設置されている花壇では一年中何らかの草花が咲き、これらはチョウ類の成虫の主要な餌資源となっている。季節によっては、モモ（ハナモモ）*Prunus persica* (L.) Batsch の落果にも成虫が集まる。野生植物の花はあまり多くないが、カタバミ *Oxalis corniculata* L.、タンポポ属 *Taraxacum* spp.、ヒメジョオン *Erigeron annuus* (L.) Pers. などが冬を除いて年中咲いており、また春季にはショカツサイ *Orychophragmus violaceus* (L.) O. E. Schulz.、オオイヌノフグリ *Veronica persica* Poir.、夏～秋季にはヒガン

バナ *Lycoris radiata* (L'Hér.) Herb.、キツネノマゴ *Justicia procumbens* L. var. *procumbens*、各種のキク科草本などが咲く。中央部に谷地形が走り、池と細い流れがある。また夏季のみ水が張られる子供用の人工池がある。これらの水場は、チョウ類成虫の吸水場所になっている。

野外調査方法

現在のチョウ類相を把握するために、2010～2019年に、本公園で適宜チョウ類を採集・観察した。3～12月に各年19～23日、10年間で合計203日間調査を行った。1日の調査時間は、概ね1～2時間程度であった。野外調査ではルートを固定した個体数カウント（群集調査）を、原則として各月2回の頻度で行ったが、群集調査の結果については別報として報告する予定である。本報では採集個体の種名を同定し、性別や採集年月日とともに記録した。標本は、森林総合研究所多摩森林科学園（八王子市）に保管されている。採集されていなくても確実な目撃や、幼虫または蛹で採集された種も記録に含めた。これらの野外調査は、すべて著者自身によって行われた。

文献調査および解析方法

本公園の現在と1970年代以前のチョウ類相を比較する目的で、農林省林業試験場(1975)を調べた。この文献には、執筆当時までに記録されたことが明らかな種について、成虫の発生時期や大雑把な個体数、記録年代等が記されている。これ以外にも、年代にかかわらず本公園でのチョウ類についての記録があれば追加した（グループ多摩虫2007、目黒区都市整備部みどり公園課2012）。

記録された種の生息環境特性を、田中（1988）に従って森林性と草原性に区別した。東京都の平野部での主要な越冬態（卵、幼虫、蛹、成虫、越冬不能）と化性（1化性、多化性）を、福田ら（1982, 1983, 1984a, b）、矢田（1998, 2007）および石井（2016）を参考にして推定した。日本全体での越冬態については、正木・矢田（1988）を引用した。化性については日本産全種について新たに判断したが、この際には猪又ら（2013）または石井（2016）のいずれかで土着種として扱われている224種を対象とした。ここでは日本における分布域の全体で、一部の例外を除いて年1回の発生である種を1化性とし、通常2回以上発生する地域がある種を発生回数にかかわらず多化性とした。また、巢瀬（1993, 1998）が各種に対して設定した指数（3：多自然種, 2：準自然種, 1：都市・農村種）をもとに環境指数（EI；各種の指数の和）を計算した。ここで、指数3は人間の営力とは無関係に生息している種、指数1は人間の営力のもとで生息している種、指数2は両者の中間的な種に対して設定されている。これらの指数の和であるEIが、0～9の場合は、その環境は貧自然（都市中央部）、10～39の場合は寡自然（住宅地・公園緑地）、40～99の場合は中自然（農村・人里）、100～149の場合は多自然（良好な林や草原）、150以上の場合は富

自然（極めて良好な林や草原）と評価される。生息環境特性と巢瀬（1993, 1998）の指数について、従来キチョウ *Eurema hecabe* (Linnaeus) と同一種とされていたキタキチョウ *Eurema mandarina* (de l'Orza) には、キチョウの区分を適用した。さらに、松本（2006）が提案した日本産チョウ類の地理的分布型（シベリア型、ウスリー型、中華型、日本型、ヒマラヤ型、マレー型、汎熱帯型、所属未定）をあてはめて、各分布型が占める割合を計算した。松本（2006）はシルビアシジミを汎熱帯型としたが、かつてシルビアシジミ *Zizina emelina* (de l'Orza) の亜種として扱われていた日本の琉球列島産は、その後ヒメシルビアシジミ *Zizina otis* (Fabricius) として別種扱いとなった（矢後・小田切 2007, Yago et al. 2008）。そのため東京都産については、矢後・小田切（2007）に記された分布域を参考にして、新たにヒマラヤ型とした。なお、日本産のウラギンヒョウモンは最近複数種に分けられたが（新川・岩崎 2019）、それらのうち本州に分布するとされる2種（サトウラギンヒョウモン *Argynnis (Fabriciana) pallescens* (Butler) とヤマウラギンヒョウモン *Argynnis (Fabriciana) nagiae* Shinkawa et Iwasaki) の東京都内における詳細な分布は明らかになっていないため、本報では東京都産を従来のまま1種として扱った。

生息環境特性、越冬態、化性、巢瀬の指数、地理的分布型の各カテゴリーに属する種の構成比を、日本全体、島嶼部を除く東京都全体（以下「東京都本土」と略記）、東京都の特別区全体（以下「区部」と略記）、品川区および目黒区（以下「品川・目黒区」と略記）、および本公園の1970年代以前（農林省林業試験場 1975）と、2010年代の本研究の調査（以下「本調査」と略記）結果の間で比較した。なお東京都（東京都本土、区部、および品川・目黒区）では、2000年代以降に該当する地域からの記録がある種（西多摩昆虫同好会 2012）を対象とした。チョウの和名および学名については白水（2006）に従ったが、亜種は区別しなかった。

結果と考察

1. 種のリスト

本調査で40種が発見された。1970年代以前には、32種のチョウが記録されていた（農林省林業試験場 1975）。1970年代以前（農林省林業試験場 1975）と本調査で共通して記録されたのは23種で、1970年代以前に記録されておらず本調査で記録されたのは17種であった。文献調査によって、これら以外にアカシジミ *Japonica lutea* (Hewitson) が2006年に本公園で記録されていたことが分かった（グループ多摩虫 2007）。これらの結果、本公園でこれまでに記録されたことのあるチョウの種数は50種となった。それらのリストをAppendix 1に示した。Appendix 1には種名と共に、各種の森林性・草原性の区別、巢瀬の指数、越冬態、化性および地理的分布型を記した。また、本調査で記録された40種については、それらの採

集記録を示した。ただし、採集できなかった種および全記録が10個体未満の低密度種については確実な目撃記録も採集記録に示した。さらに1970年代以前と2010年代における各種の生息密度を、普遍的に見られる種、稀な種、未記録種の3カテゴリーに分けて示した。また、1970年代以前の生息密度については、農林省林業試験場（1975）において1960年代以前と1970年代の生息密度がそれぞれ記述されている種については、分けて示した。2010年代の生息密度については、調査期間を通して全目撃個体数が5個体以下の種を稀な種とした。以下、各種について解説を加える。

アゲハチョウ科 Papilionidae

1. アオスジアゲハ *Graphium sarpedon* (Linnaeus)

1970年代以前に記録されている（農林省林業試験場 1975）。本調査では、品川区と目黒区の両方で記録され、10年間毎年確認された。個体数は多く、本公園では普遍的に見られる。

2. アゲハ *Papilio xuthus* Linnaeus

アオスジアゲハに同じ。

3. キアゲハ *Papilio machaon* Linnaeus

農林省林業試験場（1975）には、幼虫が発見されたが成虫は目撃されておらず土着しているとは思われないと記されているため、1970年代以前には稀な種であったと思われる。本調査では3年間のみ、合計5個体が確認されただけであった。品川区と目黒区の両方で記録された。

4. クロアゲハ *Papilio protenor* Cramer

アオスジアゲハに同じ。

5. オナガアゲハ *Papilio macilentus* Janson

農林省林業試験場（1975）には、数年前に採集されたが現在は見かけないと記されているため、1970年代以前には稀な種であったと思われる。本調査では、2010年に1個体が品川区で目撃されたのみであった。これらのことから、本公園では偶産種である可能性が高い。ただし主要な食樹であるコクサギ *Orixa japonica* Thunb.（福田ら 1982）は本公園に少なくないため、発生している可能性は否定できない。本種は東京都のレッドデータブックでは、区部において絶滅危惧I類とされている（東京都環境局 2013）。

6. モンキアゲハ *Papilio helenus* Linnaeus

農林省林業試験場（1975）には、土着は確認しておらず夏に稀に目撃される程度であると記されているため、1970年代以前には稀な種であったと思われる。本調査では確認されなかった。

7. カラスアゲハ *Papilio dehaanii* C. & R. Felder

1970年代以前に記録されている（農林省林業試験場 1975）。本調査では、6年間（各年1～3個体）で合計8個体が確認されただけで個体数は多くなかった。品川区と目黒区の両方で記録された。

8. ミヤマカラスアゲハ *Papilio maackii* Ménétriers

農林省林業試験場（1975）には、構内で採集された1♂が研究室に保管されているのみであると記されているため（採集年代については記述がない）、1970年代以前には稀な種であったと思われる。本調査では確認されなかった。本種は東京都のレッドデータブックでは、区部において情報不足とされている（東京都環境局 2013）。

9. ナガサキアゲハ *Papilio memnon* Linnaeus

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場 1975）。本調査では、品川区と目黒区の両方で記録され、10年間毎年確認された。個体数は多く、本公園では普遍的に見られる。本種は東京都の本土部では2000年に初めて確認され、2006年ごろから記録が増加した種である（西多摩昆虫同好会 2012, 久保田 2016）。

10. ジャコウアゲハ *Byasa alcinous* (Klug)

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場 1975）。本調査では2016年に初めて確認され、2017年以降毎年多数の個体が確認された。品川区と目黒区の両方で記録されたが、本種の本州平地での主要な食草であるウマノスズクサ *Aristolochia debilis* Siebold et Zucc.（福田ら 1982）は本公園内では発見できなかった。本公園に隣接する住宅地（品川区内）にウマノスズクサが多数生えている場所があり、卵・幼虫・蛹も多く発見されたため、そこで発生した成虫が飛来していると考えられる。

シロチョウ科 Pieridae

11. モンシロチョウ *Pieris rapae* (Linnaeus)

アオスジアゲハに同じ。

12. スジグロシロチョウ *Pieris melete* (Ménétrières)

1970年代以前に記録されている（農林省林業試験場 1975）。本調査では、5年間（各年1～3個体）で合計9個体が確認されただけで個体数は多くなかったが、ショカツサイへの産卵も観察しているため、本公園で発生していると考えられる。品川区と目黒区の両方で確認された。

13. ツマキチョウ *Anthocharis scolymus* Butler

農林省林業試験場（1975）には、戦前に多数採集された記録はあるが現在は見られないと記されている。本調査では、品川区と目黒区の両方で記録され、10年間毎年確認された。個体数は多く、本公園では普遍的に見られる。本種は1960年代までは東京都の区部のほとんどで見られたが、1970年代には一部の区を除いて確認されなくなり、1985年ごろからまた区部のあちこちで記録されるようになった（川上 2013）。23区のすべてに最近（2015～2016年）の記録がある（ツマキプロジェクト編集委員会 2019）。本種は、東北地方などでも近年分布拡大しているとされる（阿部 2016）。分布拡大要因として、東京都の都市部では、食草となるショカツサイが公園などに増加したことや、生息環境となる空き地が1980年代に増加したこと（川上 2013, 朝日 2019）、東北地方ではセイヨウカラシナ（カラシナ）*Brassica juncea* (L.) Czern. の生える耕作放棄地などが増加したこと（阿部 2016）が指摘されている。

14. キタキチョウ *Eurema mandarina* (de l'Orza)

アオスジアゲハに同じ。

15. モンキチョウ *Colias erate* (Esper)

農林省林業試験場（1975）には、稀な種であると記されている。本調査では、2019年に1個体が目黒区で目撃されたのみであった。本種はマメ科植物各種を食草としている（福田ら 1982）ため、本公園で発生している可能性を否定できないが、確認個体数が極めて少ないことから、他所から飛来した可能性が高い。

シジミチョウ科 Lycaenidae

16. ウラギンシジミ *Curetis acuta* Moore

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場 1975）。本調査では、品川区と目黒区の両方で記録され、10年間毎年確認された。個体数は多くない（毎年1～10個体程度を確認）が、3月にも成虫が記録されているため、本公園周辺で越冬している可能性が高い。本種は関東地方の平地ではかつては少なかった種で、東京都では1970年代後半から記録が増えた（倉地 2006）。

17. ゴイシシジミ *Taraka hamada* (H.Druce)

農林省林業試験場（1975）には、数年前には採集されたと記されている。本調査では確認されなかった。本種は東京都では近年著しく衰退しており、区部のほとんどで2000年代以降の記録がない（西多摩昆虫同好会 2012）。本種は東京都のレッドデータブックでは、区部において情報不足とされている（東京都環境局 2013）。

18. ムラサキシジミ *Narathura japonica* (Murray)

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場 1975）。本調査では、品川区と目黒区の両方で記録され、10年間毎年確認された。個体数は多くない（毎年1～10個体程度を確認）が、アラカシ *Quercus glauca* Thunb. から幼虫や蛹も発見されており、本公園で恒常的に発生していると考えられる。本種は関東地方の低地では1960年代前半までは普遍的に見られたが、その後1970年代にかけての10年間ほどほぼ完全に記録されなくなり、1980年代ごろから復活して1990年代にはまた普遍的に見られる種になった（井上 2016, 久保田 2016）。したがって、本公園でも1970年代には生息していなくても、さらに前の時代には生息していた可能性が高い。井上（2016）は、1970年代の消失の原因について薪炭林施業の衰退によって雑木林が伐採されなくなり、幼虫の餌となる新芽が夏に供給されにくくなったことと関係があるのではないかと述べた。1980年代になると都市部の緑化にカシ類が多用されるようになり、刈り込みや枝おろしによって夏～秋にも新芽が連続的に供給されるようになったことが本種の復活と増加をもたらした可能性がある（井上 2016）。

19. ムラサキツバメ *Narathura bazalus* (Hewitson)

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場 1975）。本調査では、成虫は5年間（各年1～5個体）確認された。成虫が確認されずに幼虫がマテバシイで確認

された年も3年間あったため、本公園で恒常的に発生していると考えられる。品川区と目黒区の両方で記録された。本種は東京都では2000年から確認されるようになった（西多摩昆虫同好会2012, 久保田2016）。

20. ミズイロオナガシジミ *Antigius attilia* (Bremer)

農林省林業試験場（1975）には、以前は多かったと思われるが現在はごく稀であると記されている。したがって、1960年代以前には個体数は多かったが、1970年代にはかなり減少していたと考えられる。本調査では確認されなかった。ただし、目黒区都市整備部みどり公園課（2012）によれば、1983年に本公園内で1個体が、2010年に目黒区下目黒5丁目の羅漢寺川緑道（本公園のクヌギ門付近）で1個体が記録されている。2010年の記録地は本公園に極めて近い場所であり、本公園で発生した個体であった可能性も考えられる。本種および以下3種のみドリシジミ類の減少原因については、改めて後述する。本種は東京都のレッドデータブックでは、区部において留意種とされている（東京都環境局2013）。

21. ミドリシジミ *Neozephyrus japonicus* (Murray)

農林省林業試験場（1975）には、15年ほど前には生息していたらしいが現在はまったく見られず絶滅してしまっただけと記されている。本調査では確認されなかった。本種は東京都のレッドデータブックでは、区部において情報不足とされている（東京都環境局2013）。

22. ウラナミアカシジミ *Japanica saepestriata* (Hewitson)

農林省林業試験場（1975）には、15年ほど前には生息していたらしいが現在はまったく見られず絶滅してしまっただけと記されている。本調査では確認されなかった。本種は東京都のレッドデータブックでは、区部において絶滅危惧I類とされている（東京都環境局2013）。

23. アカシジミ *Japanica lutea* (Hewitson)

1970年代以前には未記録で（農林省林業試験場1975）、本調査でも確認されなかった。本公園においては2006年に品川区側で数個体が確認されている（グループ多摩虫2007）。本種は東京都のレッドデータブックでは、区部において情報不足とされている（東京都環境局2013）。

24. ウラナミシジミ *Lampides boeticus* (Fabricius)

1970年代以前に記録されている（農林省林業試験場1975）。本調査では、7年間（各年1～5個体）確認された。品川区と目黒区の両方で記録された。本種は東京都内などでは越冬できず、毎年、暖地で越冬したものが発生を繰り返しながら飛来するとされる（福田ら1984a）。

25. ヤマトシジミ *Zizeeria maha* (Kollar)

アオスジアゲハに同じ。

26. ルリシジミ *Celastrina argiolus* (Linnaeus)

1970年代以前に記録されている（農林省林業試験場1975）。本調査では、2019年を除く9年間確認された。品川区と目黒区の両方で記録された。年によるばらつきはあるものの、概して個体数は多く、本公園では普遍的に見られる。

27. ツバメシジミ *Everes argiades* (Pallas)

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場1975）。本調査では、2010年と2011年の2年間のみ、合計8個体が目黒区で確認されただけであった。成虫は目黒区側の1か所に数株あったメドハギ *Lespedeza cuneata* (Dum.Cours.) G.Don の周辺で見られた。2012年以降に記録されなくなったのは、このメドハギがすべて伐採されたためであろう。1970年代以前にも生息していた可能性はあると思われるが、草地が少ない本公園では発生が不安定で継続しにくいのかかもしれない。メドハギ以外にも各種のマメ科を広く食草としているため（福田ら1984a）、再度侵入する可能性はあると考えられる。

28. トラフシジミ *Rapala arata* (Bremer)

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場1975）。本調査では、2011年に1個体が品川区で確認されたのみであった。本公園の土着種かどうかは判断できないが、一般に個体数が多い種ではないため、1970年代以前には生息していても見落とされていた可能性がある。

29. ベニシジミ *Lycaena phlaeas* (Linnaeus)

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場1975）。本調査では、2013年に1個体が品川区で確認されたのみであった。本種の食草であるスイバ属 *Rumex* spp.（福田ら1984a）は、本公園にはほとんどない。本公園の土着種かどうかは判断できないが、1970年代以前にも記録されていないことから、もともと本公園周辺地域での発生数が少ないのかもしれない。

タテハチョウ科 Nymphalidae

30. ツマグロヒョウモン *Argyreus hyperbius* (Linnaeus)

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場1975）。本調査では、品川区と目黒区の両方で記録され、10年間毎年確認された。個体数は多く、本公園では普遍的に見られる。本種は以前から迷チョウとして各地で記録されてきたが、東京都本土部では2000年ごろから記録が増え2004～2006年に全域に広がった（西多摩昆虫同好会2012, 久保田2016）。

31. ミドリヒョウモン *Argynnis paphia* (Linnaeus)

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場1975）。本調査では、品川区と目黒区で各々1個体が確認された。本種は東京都の区部では偶産と考えられている（西多摩昆虫同好会2012）。本公園での記録も秋季に得られたもので、移動個体であったと考えて良いであろう。

32. コミスジ *Neptis sappho* (Pallas)

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場1975）。本調査では、品川区と目黒区の両方で記録され、10年間毎年確認された。個体数は多く、本公園では普遍的に見られる。本種は1970年代から1980年代には東京都の都市部では極めて稀だったが、1990年代ごろから分布拡大傾向が見られたとされ（福田2012, 矢後2013）、街路樹としてのハリエンジュ（ニセアカシア）*Robinia*

pseudoacacia L. の植栽との関係が指摘されている（福田 2012）。本公園でも、ハリエンジュで卵や幼虫が普通に確認された。

33. ヒメアカタテハ *Vanessa cardui* (Linnaeus)

農林省林業試験場（1975）には、時折その姿を見かけるが幼虫は発見できず、他所で発生した個体であろうと記されている。本調査では、3 年間のみ、合計 3 個体が確認されただけであった。品川区と目黒区の両方で記録された。キク科を中心に様々な草を食草としており（福田ら 1983）、本公園で発生している可能性はあるが、記録されたのは秋のみであるため他所からの飛来個体である可能性の方が高い。

34. アカタテハ *Vanessa indica* (Herbst)

農林省林業試験場（1975）には、時折その姿を見かけるが幼虫は発見できず、他所で発生した個体であろうと記されている。本調査では、3 年間のみ、合計 4 個体が確認されただけであった。品川区と目黒区の両方で記録された。本種の主要な食草であるカラムシ *Boehmeria nivea* (L.) Gaudich. var. *concolor* Makino f. *nippononivea* (Koidz.) Kitam. ex H. Ohba（福田ら 1983）は本公園内では発見できなかった。成虫が記録されたのは越冬前後の春と晩秋だけであることから、他所からの飛来個体である可能性が高い。

35. ルリタテハ *Kaniska canace* (Linnaeus)

農林省林業試験場（1975）には、少ないながらも土着していると記されている。本調査では、4 年間（各年 1～3 個体）で合計 9 個体が確認されただけで、個体数は多くなかったが、春や秋だけでなく夏にも確認されていることから土着していると考えられる。品川区と目黒区の両方で記録された。

36. キタテハ *Polygona c-aureum* (Linnaeus)

農林省林業試験場（1975）には、少ないながらも確実に生息していると記されている。本調査では、成虫は 6 年間（各年 1～4 個体）確認されただけで個体数は多くなかったが、春や秋だけでなく夏にも確認されている。また、カナムグラ *Humulus scandens* (Lour.) Merr. への産卵行動も観察されたため、年によっては本公園で発生することもあると思われる。品川区と目黒区の両方で記録された。

37. スミナガシ *Dichorragia nesimachus* (Doyère)

農林省林業試験場（1975）には、かつて樹液を吸っている個体を目撃したが、その後まったく発見されず迷蝶であったのだろうと記されている。本調査では確認されなかった。

38. ゴマダラチョウ *Hestina japonica* (C. & R. Felder)

農林省林業試験場（1975）には、少ないながらも確実に生息していると記されている。本調査では、成虫は 5 年間（各年 1～4 個体）で合計 8 個体が確認されただけであったが、土着している可能性が高い。品川区と目黒区の両方で記録された。

39. アカボシゴマダラ *Hestina assimilis* (Linnaeus)

1970 年代以前には未記録であった（農林省林業試験場

1975）。本調査では、品川区と目黒区の両方で記録され、10 年間毎年確認された。個体数は多く、本公園では普遍的に見られる。本種は神奈川県から 1998 年以降に分布が広がった外来種（外来亜種 *H. assimilis assimilis*）で、現在本州で急激に分布を拡大している（松井 2016）。東京都に土着したのは 2000 年代前半であるため（西多摩昆虫同好会 2012, 久保田 2016）、1970 年代以前には本公園には生息していなかったと考えられる。なお、我が国で古くから奄美大島などに生息している本種は *H. a. shirakii* で、今回のものと亜種が異なる（白水 2006）。

40. ヒメウラナミジャノメ *Ypthima argus* Butler

農林省林業試験場（1975）には、普通種であると記されている。本調査では確認されなかった。本公園における本種の減少原因は不明であるが、井上（2018）は、森林総合研究所構内で、草刈りが短期間で一斉に行われていた時期に、本種の個体数が著しく減少したことを示した。過去に本公園で過度の草刈り等が行われた結果、消滅したのかもしれない。なお、東京都の区部の多くで 2000 年代の記録がない（西多摩昆虫同好会 2012）ため、都市化の影響を受けやすい種であると考えられる。

41. ヒメジャノメ *Mycalesis gotama* Moore

アオスジアゲハに同じ。

42. サトキマダラヒカゲ *Neope goschkevitschii* (Ménétrières)

1970 年代以前に記録されている（農林省林業試験場 1975）。本調査では、2016 年を除いて 9 年間確認された。品川区と目黒区の両方で記録された。年によるばらつきはあるものの、概して個体数は多く、本公園では普遍的に見られる。

43. ヒカゲチョウ *Lethe sicelis* (Hewitson)

1970 年代以前には未記録であった（農林省林業試験場 1975）。本調査では、10 年間毎年確認された。品川区と目黒区の両方で確認された。個体数は多く、本公園では普遍的に見られる。

44. クロコノマチョウ *Melanitis phedima* (Cramer)

1970 年代以前には未記録であった（農林省林業試験場 1975）。本調査では、品川区と目黒区で各々 1 個体が記録された。本公園の土着種かどうかは判断できないが、本種は東京都本土部では 1990 年代後半以降に多くなった種で、それ以前は極めて稀に記録があっただけである（西多摩昆虫同好会 2012, 久保田 2016）。

45. アサギマダラ *Parantica sita* (Kollar)

1970 年代以前には未記録であった（農林省林業試験場 1975）。本調査では、3 年間のみ、合計 4 個体が確認されただけであった。品川区と目黒区の両方で記録された。東京都の区部では偶産種であるとされており（西多摩昆虫同好会 2012）、移動中の個体が本公園で記録されたものと考えられる。

46. テングチョウ *Libythea lepidota* Moore

1970 年代以前には未記録であった（農林省林業試験場 1975）。本調査では、3 年間のみ、合計 6 個体が確認され

ただけであった。品川区と目黒区の両方で確認された。個体数は少ないが、越冬後の春と夏～秋の両方で確認されているため、本公園の土着種であると考えられる。本種は東京都では、近年増加しているとされる（倉地 2006）。本種の増加原因について、針谷（2016）は食樹であるエノキの増加を指摘している。

セセリチョウ科 HesperIIDae

47. ダイミョウセセリ *Daimio tethys* (Ménétrières)

農林省林業試験場（1975）には、個体数に関する記述はないが、年3回の発生であると記されており、1970年代以前には普遍的に見られたと思われる。本調査では確認されなかった。本公園における本種の減少原因は不明であるが、井上（2017b）は、森林総合研究所千代田苗畑で、草刈りの回数が減少した結果、本種の個体数が増加した可能性を指摘した。本種の食草はヤマノイモ科であり（福田ら 1984b）、公園ではこのようなつる植物は管理によって除去されてしまうため、消滅したのかもしれない。なお、東京都の区部の多くで 2000 年代の記録がない（西多摩昆虫同好会 2012）ため、都市化の影響を受けやすい種であると考えられる。

48. キマダラセセリ *Potanthus flavus* (Murray)

農林省林業試験場（1975）には、ノリウツギで吸蜜するものが多いと記されており、1970年代以前には普遍的に見られたと考えられる。本調査では、成虫は4年間（各年1～4個体）で合計9個体が確認されただけで、個体数は多くなかった。品川区と目黒区の両方で記録された。

49. イチモンジセセリ *Parnara guttata* (Bremer & Grey)

アオスジアゲハに同じ。

50. チャバネセセリ *Pelopidas mathias* (Fabricius)

1970年代以前には未記録であった（農林省林業試験場 1975）。本調査では、2010年と2015年を除いて8年間確認された。品川区と目黒区の両方で記録された。すべて秋（9～11月）に確認されており、各年の記録個体数は1～6個体と少なかった。小型種で密度が低いいため、1970

年代以前には見落とされていた可能性がある。

以上50種が、これまでに本公園から記録されている。なお、農林省林業試験場（1975）に基づいて描かれた守山（1988）の付図には、これら以外にミヤマセセリ *Erynnis montanus* (Bremer) が1975年以前の本公園で記録されていることが示されている。原典にないミヤマセセリが含まれている理由が不明であるため、本報では本公園のリストからは除外しておく。

2. 林試の森公園のチョウ類相の特徴と環境の評価

上述のように、1970年代以前に記録されていた32種（農林省林業試験場 1975）のうち、9種は本調査で発見できなかった。また、本調査で新たに記録されたのは17種であった。

森林性種と草原性種については、日本全体と比べて、東京都本土、区部、品川・目黒区、1970年代以前の本公園で森林性種の割合が高かった（Table 1）。その理由は、日本全体のチョウ類相には高山草原などの特殊な草原環境に生息する種が含まれていること（Inoue 2003）や、近年では森林性種よりも草原性種の衰亡が著しくなっている（井上 2005）ことであろう。これに対して本公園の2010年代の森林性種の割合は、日本全体よりも低かった（Table 1）。また、東京都本土よりも区部では森林性種の割合がかなり低い（Table 1）。これらのことから、都市では森林性種が衰亡しやすいと考えられる。本公園で1970年代以前に記録されていて2010年代に記録されなかった9種は、すべて森林性種であった。それらのうち、ゴイシジミ、モンキアゲハ、ミヤマカラスアゲハ、スミナガシの4種はもともと稀な種であったと思われる。他の5種のうち、ウラナミアカシジミ、ヒメウラナミジャノメ、ダイミョウセセリの3種は、林齢が比較的若い疎林や林縁部のような環境を好む種である（福田ら 1984a, b, 守山 1988）。

越冬態については、日本全体、東京都本土、区部、品川・目黒区、本公園と、対象地域が狭くなるにつれて、卵越冬

Table 1. Number (%) of Japanese butterflies categorized into forest and grassland species by Tanaka (1988).

Area	Forest species	Grassland species
Japan ¹⁾	150 (63.8)	85 (36.2)
Tokyo Prefecture after 2000 ^{2), 3), 4)}	82 (71.9)	32 (28.1)
Tokyo metropolitan area after 2000 ^{2), 3)}	50 (65.8)	26 (34.2)
Shinagawa and Meguro Wards after 2000 ^{2), 3)}	35 (68.6)	16 (31.4)
Rinshinomori Park until 1970's ⁵⁾	21 (65.6)	11 (34.4)
Rinshinomori Park on 2010's	25 (62.5)	15 (37.5)

¹⁾ Tanaka (1988).

²⁾ Two species (*Sericanus montela* and *Chilades pandava*) that were not mentioned in Tanaka (1988) were excluded.

³⁾ Nishitamakonchudoukoukai (2012).

⁴⁾ Excluding south islands.

⁵⁾ Government Forest Experimental Station (1975).

冬する種の割合が低くなっていく傾向が顕著に見られる (Table 2)。この理由は、日本産チョウ類の中で最も主要な卵越冬グループであるミドリシジミ類の種数が少なくなるためである。本調査で卵越冬の種がまったくいなくなった (Table 2) のは、近年の都市ではミドリシジミ類が衰亡しやすいためであると考えられる。また、本調査で成虫越冬と幼虫越冬の種が 1970 年代以前より増加した (Table 2) のは、成虫越冬のムラサキツバメやクロコノマチョウ、幼虫越冬のツマグロヒョウモンやアカボシゴマダラなど、1990 年代以降に東京都に分布を拡大した種が本公園でも多く記録されたためであると考えられる。本公園で蛹越冬の種数が増減していない (Table 2) のは、蛹越冬のアゲハチョウ科とシロチョウ科は広域分布種で、1970 年代以前と種構成があまり変わっていないためである。

化性を見ると、日本全体、東京都本土、区部、品川・目黒区、本公園の順に、1 化種の割合が低くなっていく傾向が顕著に見られる (Table 3)。日本産チョウ類の中で主要な 1 化性種のグループは、ミドリシジミ類、ヒョウモンチョウ類、山地性のタテハチョウ類などであるが、ミドリシジミ類以外のほとんどの種が山地（または北方）に偏った分布をしているため、対象地域が狭くなり都市に近づ

くほど 1 化性種が少なくなると考えられる。2010 年代に本公園で記録された 1 化性種は 2 種である (Table 3) が、そのうちミドリヒョウモンは土着種ではないと考えられるため、現在土着している 1 化性種はツマキチョウのみである。2010 年代でより 1 化性が少なくなったのは、本公園周辺の都市化がさらに進んだためであると考えられる。

本公園における巣瀬の環境指数 (*EI*) の値は、1970 年代以前では 66、2010 年代では 74 で、ともに「農村・人里」にあたる「中自然」と評価された (Table 4)。本公園よりも周辺の都市化の進行度合いが低いと考えられる東京都武蔵野地域にあり、面積も広い小金井公園 (77ha) と野川公園 (40ha) における *EI* は、それぞれ 46 と 68 であった (吉田ら 2004)。都心部の公園であるにもかかわらず、本公園で比較的高い環境指数が得られたことは注目される。指数の平均値は、日本全体、東京都本土、区部、品川・目黒区、本調査と、対象地域が狭くなるにつれて、低くなっていく傾向が見られた (Table 4)。その理由は、日本全体のチョウ類相には高山帯や原生林などを生息地とする指数 3 の種が多く含まれているが、そのような種は狭い範囲になるほど欠落していくためであろう (井上 2017a)。本公園で 1970 年代以前と比べて 2010 年代で指数の平均

Table 2. Number (%) of Japanese butterflies categorized into each overwintering stage.

Area	Egg	Larva	Pupa	Adult	Impossible in Tokyo ⁵⁾
Japan ¹⁾	41 (20.5)	89 (44.5)	44 (22.0)	26 (13.0)	-
Tokyo Prefecture after 2000 ^{2), 3)}	20 (18.5)	46 (42.6)	25 (23.1)	17 (15.7)	8
Tokyo metropolitan area after 2000 ²⁾	7 (9.9)	32 (45.1)	19 (26.8)	13 (18.3)	6
Shinagawa and Meguro Wards after 2000 ²⁾	5 (10.0)	20 (40.0)	15 (30.0)	10 (20.0)	2
Rinshinomori Park until 1970's ⁴⁾	3 (9.7)	10 (32.3)	14 (45.2)	4 (12.9)	1
Rinshinomori Park on 2010's	0 (0.0)	16 (41.0)	14 (35.9)	9 (23.1)	1

¹⁾ Masaki and Yata (1988).

²⁾ Nishitamakonchudoukikai (2012).

³⁾ Excluding south islands.

⁴⁾ Government Forest Experimental Station (1975).

⁵⁾ Data were excluded from the calculation of percentage.

Table 3. Number (%) of univoltine and multivoltine species of Japanese butterflies.

Area	Univoltine	Multivoltine ⁵⁾
Japan ¹⁾	101 (41.2)	144 (58.8)
Tokyo Prefecture after 2000 ^{2), 3)}	43 (37.1)	73 (62.9)
Tokyo metropolitan area after 2000 ²⁾	15 (19.5)	62 (80.5)
Shinagawa and Meguro Wards after 2000 ²⁾	9 (17.3)	43 (82.7)
Rinshinomori Park until 1970's ⁴⁾	4 (12.5)	28 (87.5)
Rinshinomori Park on 2010's	2 (5.0)	38 (95.0)

¹⁾ Inomata et al. (2013) and Ishii (2016).

²⁾ Nishitamakonchudoukikai (2012).

³⁾ Excluding south islands.

⁴⁾ Government Forest Experimental Station (1975).

⁵⁾ Two or more generations per year (see text).

値が下がった (Table 4) 理由は、指数 3 の多自然種が減り、指数 1 の都市・農村種が増えたためであると考えられる。1970 年代以前に確認されていて 2010 年代に発見できなかった 9 種のうち、モンキアゲハ、ミヤマカラスアゲハ、ゴイシシジミ、ミドリシジミ、スミナガシ、ダイミョウセセリの 6 種は多自然種である。また 2010 年代に確認された多自然種は 5 種であるが、そのうちオナガアゲハ、クロコノマチョウ、アサギマダラは土着種でない可能性が高いため、現在本公園に土着している多自然種はカラスアゲハとヒメジャノメのみであると考えられる。このように多自然種が減少したのも、本公園周辺の都市化が進んだためであると考えられる。

本公園の記録種を、松本 (2006) が提案した地理的分布型にあてはめると、日本全体 (松本 2006) と比べ、シベリア型やウスリー型が占める割合が低く、ヒマラヤ型が占める割合が高かった (Table 5)。東京都本土や区部と比較しても、同様な傾向がうかがわれた (Table 5)。シベリア型やウスリー型は日本が分布のほぼ南限となる型で、中華型はアムール以南の周日本海地域と華中・華南山地にまたがりインドシナ半島以南には広がらない型、ヒマラヤ型は華中・華南ときにはヒマラヤから日本に分布し、東南アジアの島嶼に分布しない型である (松本 2006)。すなわち本公園では日本を分布南限とするようないわゆる北方系の種が少なく、東アジアの中緯度地域に分布するような種が多いと言えよう。1970 年以前と比べ、2010 年代では中華型が減少し、シベリア型が増加した (Table 5)。これは中華型分布を持つミドリシジミ類 (ミズイロオナガシジミ、ウラナミアカシジミ) やダイミョウセセリの消滅が原因であると考えられる。また 2010 年代のみに記録されたシベリア型の種 (ツバメシジミ、ベニシジミ、ミドリヒョウモン) は、本公園では偶産か 1970 年代以前にも生息していた可能性がある種である。

以上のように、1970 年代以前と 2010 年代の本公園のチョウ類相を比較すると、この期間に、森林性・卵越冬・1 化性・多自然・中華型の分布という特徴を持つ種が衰亡したことが明らかになった。今井 (1995, 1998) は、日華区系の森林性種が都市化に伴って消失しやすいとしている。「日華区系」には松本 (2006) の分類ではウスリー型、中華型、日本型が該当すると考えられるが、今井 (1995, 1998) の指摘した傾向は本公園でもあてはまると考えて良いであろう。本公園では 1 化性種・多自然種も 1970 年代以前に比べて 2010 年代には衰亡したが、これらの特徴は日華区系・森林性種と重複する場合も多いため、このような結果になったと思われる。

3. 東京都区部内の他の緑地との比較

本公園で衰亡した森林性種には、疎林性ないし林縁性の種が多いことは既に述べた。農林省林業試験場 (1975) には、執筆当時には見られなくなっていた種として、ツマキチョウ、ウラナミアカシジミ、ミドリシジミが挙げられていた。またその当時、ミズイロオナガシジミは極めて稀になっていたとされる。守山 (1988) は、1970 年代以前の本公園 (農林省林業試験場 1975) におけるチョウ類各種の記録年代を比較し、若い寄主植物を好む傾向のあるミドリシジミ類の衰退が、森林の成長と生息環境の孤立化に原因があると考察した。一方、近年増加したと考えられるヒカゲチョウも、二次林の林縁部などに生息する傾向が強い種である (福田ら 1984b)。本公園でヒカゲチョウが増加した理由は明らかでないが、日陰を好む種であるため (白水 2006)、森林の高齢化と関係があるかもしれない。ヒカゲチョウは都心部の緑地には少なくとも近年は普遍的に分布しているようである (矢後ら 2014)。また、外来種 (アカボシゴマダラ) や暖地からの分布拡大種 (ナガサキアゲハ、ムラサキツバメ、ツマグ

Table 4. Number (%) of Japanese butterflies categorized into each Sunose's environmental index by Sunose (1998).

Area	Sunose environmental index ⁶⁾			EI (sum of environmental index)	Average of environmental index
	1	2	3		
Japan ¹⁾	30 (12.7)	113 (47.9)	93 (39.4)	535	2.27
Tokyo Prefecture after 2000 ^{2), 3), 4)}	17 (15.0)	59 (52.2)	37 (32.7)	246	2.18
Tokyo metropolitan area after 2000 ^{2), 3)}	15 (20.0)	43 (57.3)	17 (22.7)	152	2.03
Shinagawa and Meguro Wards after 2000 ^{2), 3)}	11 (21.6)	34 (66.6)	6 (11.8)	97	1.90
Rinshinomori Park until 1970's ⁵⁾	7 (21.9)	16 (50.0)	9 (28.1)	66	2.06
Rinshinomori Park on 2010's	11 (27.5)	24 (60.0)	5 (12.5)	74	1.85

¹⁾ Sunose (1998).

²⁾ Three species (*Sericanus montela*, *Catopsilia pomona* and *Chilades pandava*) that were not mentioned in Sunose (1998) were excluded.

³⁾ Nishitamakonchudoukoukai (2012).

⁴⁾ Excluding south islands.

⁵⁾ Government Forest Experimental Station (1975).

⁶⁾ 1: Urban and/or rural species, 2: Seminatural species, 3: Natural species.

Table 5. Number (%) of Japanese butterflies categorized into each geographical distribution type by Matsumoto (2006).

Area	Siberian	Ussuri	Chinese	Japanese	Himalayan	Malayan	Pan-tropical	Undetermined
Japan ¹⁾	49 (21.4)	39 (17.0)	40 (17.5)	19 (8.3)	17 (7.4)	25 (10.9)	31 (13.5)	9 (3.9)
Tokyo Prefecture after 2000 ^{2), 3), 4)}	18 (15.8)	20 (17.5)	29 (25.4)	12 (10.5)	9 (7.9)	10 (8.8)	10 (8.8)	6 (5.3)
Tokyo metropolitan area after 2000 ^{2), 3)}	12 (15.8)	9 (11.8)	19 (25.0)	4 (5.3)	7 (9.2)	10 (13.2)	9 (11.8)	6 (7.9)
Shinagawa and Meguro Wards after 2000 ^{2), 3)}	7 (13.7)	7 (13.7)	11 (21.6)	3 (5.9)	6 (11.8)	6 (11.8)	5 (9.8)	6 (11.8)
Rinshinomori Park until 1970's ⁵⁾	3 (9.4)	3 (9.4)	11 (34.4)	1 (3.1)	4 (12.5)	4 (12.5)	3 (9.4)	3 (9.4)
Rinshinomori Park on 2010's	6 (15.0)	2 (5.0)	8 (20.0)	3 (7.5)	6 (15.0)	5 (12.5)	5 (12.5)	5 (12.5)

¹⁾ Matsumoto (2006).

²⁾ Two species (*Serzinus montela* and *Chilades pandava*) that were not mentioned in Matsumoto (2006) were excluded.

³⁾ Nishitamakonchudokukai (2012).

⁴⁾ Excluding south islands.

⁵⁾ Government Forest Experimental Station (1975).

ロヒョウモン) が、近年、侵入・土着したことは、関東地方各地で共通する傾向である (井上 2016, 2017a, b, 2018, 久保田 2016)。

今回の調査では、10 年間で 40 種のチョウを本公園で確認することができた。それらのうちの一部は本公園内で発生している種ではないと思われたが、この種数は品川区と目黒区で 2000 年代以降に記録されている種の 77% にあたる。矢後ら (2014) は、2000 年代における皇居と 7 か所の周辺緑地のチョウ類相を比較し、皇居 (56 種) と自然教育園 (57 種) で、特にチョウの種数が多いことを指摘した。本公園の 40 種は、矢後ら (2014) が示した 8 か所と比較すると、自然教育園、皇居、明治神宮 (43 種)、小石川植物園 (42 種) に次ぐ高い数値である。皇居や自然教育園においてチョウ類相が豊かな理由は、面積が広く、様々なタイプの環境があり、植物の種数が多いことによると思われるが (井上・後藤 2017)、緑地として長期間維持されていることもその理由の一つかもしれない。自然教育園は、江戸時代には大名屋敷で、その後、海軍省・陸軍省や、宮内省帝室林野局の所管を経て、昭和 24 年に国立自然教育園、昭和 37 年に国立科学博物館附属自然教育園となり現在に至っている (国立科学博物館 2019)。この間、植生が大きく破壊されることなく維持されてきた (守山 1988)。本公園は市街地に囲まれているが、比較的広い 12ha の面積を持つ緑地である。現在の植物の種数については明らかではないが、公園に設置された解説板によれば、200 種以上の樹木があるとされる。1900 年に本公園の前身である目黒試験苗畑ができたころには構内は森林に覆われており、また周辺地域は、桑畑、茶畑、水田、ススキ草原などであったとされる (農林省林業試験場 1975)。その後市街地化が進行する中でも、約 120 年にわたって緑地として維持されてきた。公園化に際しても試験場時代の樹木を多く残し、また中央部にある池と流れは、もとの谷地形をそのまま利用している。このように、新たな造成ではなく既存の植物や地形を生かしつつ公園化されたことも、チョウ類相が豊かなことの背景であるかもしれない。若いステージの林を好む種や多

自然種が、本公園に再び生息するようになることは期待できないかもしれないが、都市においてチョウ類を含む昆虫の保全場所として、今後も適切な管理をしていくことが望まれる。

謝 辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 (JP24580486) によって行われた。また、東京都東部公園緑地事務所および林試の森公園管理事務所に許可をいただいて野外調査を行った。記して感謝申し上げる。

引用文献

- 阿部 剛 (2016) 東北地方におけるチョウの分布拡大. 井上 大成・石井 実編 “チョウの分布拡大”. 北隆館, 174-182.
- 朝日 純一 (2019) ツマキチョウ雑感. ツマキプロジェクト編集委員会編 “東京 23 区のツマキチョウ”. グループひぐらし, 40-46.
- 福田 晴男 (2012) 都会地のコミスジを調べよう. 羽化, 31, 40-42.
- 福田 晴夫・浜 栄一・葛谷 健・高橋 昭・高橋 真弓・田中 蕃・田中 洋・若林 守男・渡辺 康之 (1982) 原色日本蝶類生態図鑑 I. 保育社, 277pp.
- 福田 晴夫・浜 栄一・葛谷 健・高橋 昭・高橋 真弓・田中 蕃・田中 洋・若林 守男・渡辺 康之 (1983) 原色日本蝶類生態図鑑 II. 保育社, 325pp.
- 福田 晴夫・浜 栄一・葛谷 健・高橋 昭・高橋 真弓・田中 蕃・田中 洋・若林 守男・渡辺 康之 (1984a) 原色日本蝶類生態図鑑 III. 保育社, 373pp.
- 福田 晴夫・浜 栄一・葛谷 健・高橋 昭・高橋 真弓・田中 蕃・田中 洋・若林 守男・渡辺 康之 (1984b) 原色日本蝶類生態図鑑 IV. 保育社, 373pp.
- グループ多摩虫 (2007) 東京都の蝶類データ集 2007. グループ多摩虫, 187pp.
- 針谷 毅 (2016) 神奈川県におけるコムラサキの分布拡大. 井上 大成・石井 実編 “チョウの分布拡大”. 北隆館,

- 104-115.
- 今井 長兵衛 (1995) 京都西加茂における都市化とチョウ類相の変化. 環動昆, 7, 119-133.
- 今井 長兵衛 (1998) 都市に身近な生物を再生させるための基礎的研究. 環動昆, 9, 55-73.
- 猪又 敏男・植村 好延・矢後 勝也・神保 宇嗣・上田 恭一郎 (2013) 日本昆虫目録 第7巻 鱗翅目 (第1号セセリチョウ上科—アゲハチョウ上科). 日本昆虫学会, 119pp.
- Inoue, T. (2003) Butterfly fauna in and near the Ogawa Forest Reserve. Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute, 2, 237-246.
- 井上 大成 (2004) 森林総合研究所構内のチョウ類相. 森林総合研究所研究報告, 3, 221-247.
- 井上 大成 (2005) 日本のチョウ類の衰亡理由. 昆虫 (ニューシリーズ), 8, 43-64.
- 井上 大成 (2016) 様々な要因によるチョウの分布拡大. 井上 大成・石井 実編“チョウの分布拡大”. 北隆館, 8-32.
- 井上 大成 (2017a) 森林総合研究所千代田苗畑 (茨城県かすみがうら市) のチョウ類相. 森林総合研究所研究報告, 16, 87-98.
- 井上 大成 (2017b) 茨城県かすみがうら市の森林総合研究所千代田苗畑におけるチョウ類群集の10年間の変化. 昆虫 (ニューシリーズ), 20, 149-166.
- 井上 大成 (2018) 森林総合研究所 (茨城県つくば市) 構内におけるチョウ類群集の20年間の変化. 昆虫 (ニューシリーズ), 21, 211-229.
- 井上 大成・後藤 秀章 (2017) 立田山 (熊本市) のチョウ類相. 蝶と蛾, 68, 92-103.
- 石井 実 (2016) 分布型と生活史特性からみたチョウ類の分布変化. 井上 大成・石井 実編“チョウの分布拡大”. 北隆館, 434-448.
- 川上 洋一 (2013) 日曜日の自然観察入門. 東京堂出版, 232pp.
- 国立科学博物館 (2019) “付属自然教育園”, <http://www.ins.kahaku.go.jp/about/index.html>, (参照 2019-12-05).
- 久保田 繁男 (2016) 南関東におけるチョウの分布拡大. 井上 大成・石井 実編“チョウの分布拡大”. 北隆館, 183-200.
- 倉地 正 (2006) データに基づく東京都における蝶の盛衰分析. やどりが, 209, 48-52.
- 正木 進三・矢田 脩 (1988) 蝶の季節適応と光周性. 日本鱗翅学会特別報告, 6, 341-383.
- 松井 安俊 (2016) 大陸産アカボシゴマダラの移入・拡散による在来種ゴマダラチョウへの影響. 井上 大成・石井 実編“チョウの分布拡大”. 北隆館, 341-352.
- 松本 和馬 (2006) 森林総合研究所多摩森林科学園のチョウ類相. 森林総合研究所研究報告, 5, 69-84.
- 松本 和馬 (2008) 東京都多摩市の森林総合研究所多摩試験地および都立桜ヶ丘公園のチョウ類群集と森林環境の評価. 環動昆, 19, 1-16.
- 松本 和馬・井上 大成 (2012) 森林総合研究所赤沼実験林のチョウ類相. 蝶と蛾, 63, 151-163.
- 松本 剛史・佐藤 重穂・井上 大成 (2013) 森林総合研究所四国支所のチョウ類相. 森林総合研究所研究報告, 12, 111-124.
- 目黒区都市整備部みどり公園課 (2012) “めぐろグリーンデータブック いきもの气象台観察ノート”, 目黒区, 94pp, <https://www.city.meguro.tokyo.jp/kurashi/shizen/ikimono/johokyoku/kansatsunote.html>.
- 守山 弘 (1988) 自然を守るとはどういうことか. 農山漁村文化協会, 260pp.
- 西多摩昆虫同好会 (2012) 新版東京都の蝶. けやき出版, 198pp.
- 農林省林業試験場 (1975) めぐろの森. 日本林業技術協会, 155pp.
- 佐藤 隆士・濱口 京子・浦野 忠久・井上 大成 (2015) 森林総合研究所関西支所 (京都府) のチョウ類相. 環動昆, 26, 1-10.
- 新川 勉・岩崎 郁雄 (2019) 日本のウラギンヒョウモン. ヴィッセン出版, 128pp.
- 白水 隆 (2006) 日本産蝶類標準図鑑. 学習研究社, 336pp.
- 巢瀬 司 (1993) 蝶類群集研究の一方法. 矢田 脩・上田 恭一郎編“日本産蝶類の衰亡と保護第2集”. 日本鱗翅学会, 83-90.
- 巢瀬 司 (1998) 環境指標性を利用した解析. 日本環境動物昆虫学会編“チョウの調べ方”. 文教出版, 59-69.
- 田中 蕃 (1988) 蝶による環境評価の一方法. 日本鱗翅学会特別報告, 6, 527-566.
- 東京都環境局 (2013) レッドデータブック東京 2013～東京都の保護上重要な野生生物種 (本土部) 解説版～. 東京都環境局自然環境部, 655pp.
- ツマキプロジェクト編集委員会 (2019) 東京23区のツマキチョウ. グループひぐらし, 47pp.
- 矢後 勝也 (2013) 2012年の昆虫界をふりかえって. 月刊むし, 507, 2-19.
- Yago, M., Hirai, N., Kondo, M., Tanikawa, T., Ishii, M., Wang, M., Williams, M. and Ueshima, R. (2008) Molecular systematics and biogeography of the genus *Zizina* (Lepidoptera: Lycaenidae). Zootaxa, 1746, 15-38.
- 矢後 勝也・小田切 顕一 (2007) シジミチョウ科. 矢田 脩監修, “新訂原色昆虫大図鑑第I巻 (蝶蛾篇)”. 北隆館, 32-82.
- 矢田 脩 (1998) 日本産チョウ類のデータ・バンク. 日本環境動物昆虫学会編“チョウの調べ方”. 文教出版, 211-270.
- 矢田 脩 (監修) (2007) 新訂原色昆虫大図鑑第I巻 (蝶蛾篇). 北隆館, 460pp.
- 吉田 宗弘・平野 裕也・高波 雄介 (2004) 東京都武蔵野地域の都市公園のチョウ類群集. 環動昆, 15, 1-12.

Appendix 1. Species list of butterflies in Rinshinomori Park with informations of habitat type, overwintering stage, voltinism, Sunose environmental index, geographical distribution, and level of abundance.

Species ¹⁾	Habitat type ²⁾	Overwintering stage ³⁾	Voltinism ⁴⁾	Sunose environmental index ⁵⁾	Geographical distribution ⁶⁾	Relative abundance ⁷⁾		Collection data in this study and references of absent species in this study ⁹⁾
						until 1970's ⁸⁾	2010's	
Papilionidae								
<i>Graphium sarpedon</i>	F	P	M	2	P	○	○	1 ♂ (-) 2010 July 25; 1 ♂ (-) 2011 July 5; 1ex(-) 2011 August 2; 1 ♂ (M) 2013 June 18; 1 ♀ (M) 2014 May 2
<i>Papilio xuthus</i>	F	P	M	1	C	○	○	1 ♂ (-) 2010 July 5; 1 ♀ (-) 2011 April 26; 1 ♂ (-) 2011 June 24; 1 ♀ (M) 2012 May 8; 1 ♂ (S) 2012 May 21; 1 ♂ (S) 2012 July 17; 1 ♂ (S) 2013 May 8; 1 ♂ (S) 2013 June 3; 1 ♂ (M) 2014 April 17
<i>Papilio machaon</i>	G	P	M	2	S	△	△	1ex(S) 2012 July 5 (Ob); 1 ♀ (S) 2012 October 8; 2exs(S) 2016 June 18 (Ob); 1ex(M) 2018 May 1 (Ob)
<i>Papilio protenor</i>	F	P	M	2	H	○	○	2 ♂ (-) 2010 May 13; 1 ♂ (-) 2010 May 25; 1 ♂ (-) 2010 June 21; 1 ♂ (-) 2010 July 5; 1 ♀ (-) 2010 August 25; 1 ♂ (M) 2012 May 21; 1 ♂ (S) 2013 May 8
<i>Papilio macilentus</i>	F	P	M	3	C	△	△	1ex (S) 2010 July 5 (Ob)
<i>Papilio helenus</i>	F	P	M	3	M	△	×	Ref 1
<i>Papilio dehaanii</i>	F	P	M	3	C	○	○	1ex(-) 2010 May 13 (Ob); 1ex(S) 2013 September 12 (Ob); 1ex(S) 2014 July 6 (Ob); 1ex(S) 1ex(M) 2014 August 21 (Ob); 1ex(S) 2016 July 4 (Ob); 1ex(S) 2018 September 17 (Ob); 1ex(S) 2019 September 7 (Ob)
<i>Papilio maackii</i>	F	P	M	3	C	△	×	Ref 1
<i>Papilio memnon</i>	F	P	M	2	M	×	○	1 ♂ (-) 2010 May 13; 2 ♂ (-) 2010 July 5; 1 ♂ (S) 2012 September 6
<i>Byasa alcinous</i>	F	P	M	2	H	×	○	1 ♂ (S) 2016 September 1; 1 ♂ (S) 2017 May 2
Pieridae								
<i>Pieris rapae</i>	G	P	M	1	S	○	○	1 ♂ (-) 2010 April 6; 1 ♂ (-) 2010 April 21; 1 ♂ 1 ♀ (-) 2010 June 7; 1 ♂ 1 ♀ (-) 2010 July 5; 2 ♂ (-) 2011 April 13; 1 ♂ (-) 2011 May 25; 3 ♂ (-) 2011 June 9; 1 ♂ (S) 2012 April 5; 1 ♂ (M) 2012 April 24; 1 ♀ (M) 2012 May 21; 2 ♂ (M) 2012 June 20; 1 ♂ (M) 2013 April 4; 1 ♂ (M) 1 ♂ (S) 2013 June 3
<i>Pieris melete</i>	F	P	M	2	U	○	○	1 ♂ (M) 2010 June 21; 1ex (-) 2010 June 21 (Ob); 1ex(-) 2010 July 25 (Ob); 1ex(M) 2012 May 8 (Ob); 1ex(S) 2016 June 2 (Ob); 1ex(M) 2017 April 19 (Ob); 1ex(M) 2017 June 19 (Ob); 1ex(M) 2017 July 15 (Ob); 1ex(M) 2019 July 11 (Ob)
<i>Anthocharis scolymus</i>	G	P	U	2	C	○×	○	3 ♂ (-) 2010 April 6; 2 ♀ (-) 2010 April 21; 1 ♂ (-) 2011 April 13; 1 ♂ 1 ♀ (S) 1 ♀ (M) 2012 April 24; 1 ♂ (M) 2014 April 17; 1 ♂ (M) 2015 April 6

<i>Eurema mandarina</i>	F	A	M	2	un	○	○	1 ♂ (-) 2010 April 6; 1 ♂ (-) 2010 July 25; 1 ♂ (-) 2010 August 25; 1 ♂ (-) 2011 June 9; 1 ♂ (-) 2011 August 29; 1 ♀ (S) 2011 November 24; 2 ♂ (M) 2012 August 22; 1 ♂ (S) 2012 September 26; 1 ♂ 1 ♀ (S) 2012 October 24
<i>Colias erate</i>	G	L	M	2	un	△	△	1ex (M) 2010 October 2 (Ob)
Lycaenidae								
<i>Curetis acuta</i>	F	A	M	2	H	×	○	1 ♂ (S) 2012 September 26; 1 ♀ (S) 2013 November 6
<i>Taraka hamada</i>	F	L	M	3	M	△	×	Ref 1
<i>Narathura japonica</i>	F	A	M	2	J	×	○	1 ♀ (-) 2010 September ; 1 ♀ (S) 2012 September 6; 3exs(S) 2013 October 11 (pupae)
<i>Narathura bazalus</i>	F	A	M	2	M	×	○	1 ♂ (M) 2017 October 1; 4exs(S) 2011 September 8 (larvae) (→ 3exs 2011 September 22 (Em), 1 ♀ 2011 September 25 (Em)); 1ex(M) 2013 October 11 (larva) (→ 1 ♀ 2013 November 3 (Em))
<i>Antigius attilia</i>	F	E	U	2	C	○△	×	Ref 1
<i>Neozephyrus japonicus</i>	F	E	U	3	U	○×	×	Ref 1
<i>Japonica saepestriata</i>	F	E	U	2	C	○×	×	Ref 1
<i>Japonica lutea</i>	F	E	U	2	C	×	? ¹⁰⁾	Ref 2
<i>Lampides boeticus</i>	G	non	M	1	P	○	○	1 ♂ (S) 2011 November 24; 1 ♂ (M) 2012 October 8; 1 ♂ (M) 2014 October 17
<i>Zizeeria maha</i>	G	L	M	1	H	○	○	2 ♂ (-) 2010 May 13; 1 ♂ 1 ♀ (-) 2010 June 21; 2 ♂ (-) 2010 July 5; 1 ♂ (-) 2010 August 11; 1 ♂ (-) 2010 August 25; 1 ♂ (-) 2011 April 13; 1 ♀ (-) 2011 May 25; 1 ♂ (S) 2011 September 8; 1 ♀ (-) 2011 September 23; 1 ♀ (M) 2012 July 17; 2 ♂ (S) 2012 October 24
<i>Celastrina argiolus</i>	F	P	M	2	S	○	○	1 ♂ (-) 2010 August 11; 1 ♂ (-) 2011 June 9; 1 ♂ (-) 2011 June 24; 1 ♀ (M) 2012 June 20; 1 ♂ (S) 2012 September 26; 1 ♂ (M) 1 ♀ (S) 2013 June 3
<i>Everes argiades</i>	G	L	M	2	S	×	○	1 ♀ (M) 2010 April 21; 1 ♂ (M) 2010 June 21; 3exs(M) 2010 July 25 (Ob); 2exs(M) 2010 August 11 (Ob); 1 ♀ (M) 2011 September 23
<i>Rapala arata</i>	F	P	M	2	U	×	△	1 ♀ (S) 2011 April 13
<i>Lycaena phlaeas</i>	G	L	M	1	S	×	△	1 ♀ (S) 2013 August 19
Nymphalidae								
<i>Argyreus hyperbius</i>	G	L	M	1	P	×	○	1 ♂ (-) 2010 May 25; 1 ♀ (-) 2010 August 25; 1 ♂ (M) 2011 November 8; 1 ♀ (S) 2012 August 22; 1 ♀ (S) 2012 September 6; 1 ♂ (M) 1 ♀ (S) 2012 October 24; 1 ♂ (M) 2013 May 8
<i>Argynnis paphia</i>	F	L	U	2	S	×	△	1ex(M) 2011 October 12 (Ob); 1 ♂ (S) 2018 September 17

<i>Neptis sappho</i>	F	L	M	2	un	×	○	1 ♂ (-) 2010 May 13; 1 ♂ 1 ♀ (-) 2010 May 25; 1 ♂ (-) 2010 August 25; 1 ♀ (S) 2012 May 21; 1 ♀ (S) 2012 July 17; 1 ♀ (S) 2012 September 6; 1 ♀ (S) 2012 September 26; 1 ♂ (S) 2013 May 8; 1 ♂ (M) 2013 July 2
<i>Vanessa cardui</i>	G	L	M	2	P	△	△	1 ♀ (M) 2011 October 12; 1ex(S) 2017 September 5 (Ob); 1ex(M) 2018 September 17 (Ob)
<i>Vanessa indica</i>	G	A	M	2	un	△	△	1ex(S) 2011 April 13 (Ob); 1ex(M) 2011 October 12 (Ob); 1ex (S) 2014 November 7 (Ob); 1ex(M) 2016 October 16 (Ob)
<i>Kaniska canace</i>	F	A	M	2	M	○	○	1ex(-) 2011 April 26 (Ob), 1ex(M) 2011 October 12 (Ob); 1ex(-) 2011 October 25 (Ob); 1ex(M) 2012 September 26 (Ob); 1ex(S) 2018 April 2 (Ob); 1 ♂ (S) 2018 August 3; 1ex(M) 2018 October 17 (Ob); 1ex(S) 2019 May 3 (Ob); 1ex(S) 2019 August 21 (Ob)
<i>Polygonia c-aureum</i>	G	A	M	2	C	○	○	1 ♂ (M) 2016 November 4
<i>Dichorragia nesimachus</i>	F	P	M	3	M	△	×	Ref 1
<i>Hestina japonica</i>	F	L	M	2	C	○	○	1ex(-) 2010 May13 (Ob); 1 ♀ (S) 2012 May 21; 1ex(M) 2016 July 4 (Ob); 1ex(M) 2017 June 3 (Ob); 1ex(S) 2018 May 1 (Ob); 2exs(S) 2018 September 6 (Ob); 1ex(S) 2018 September 17 (Ob)
<i>Hestina assimilis</i>	F	L	M	1	C	×	○	1 ♀ (-) 2010 July 25; 1 ♀ (-) 2011 August 29; 1 ♂ (S) 2011 October 12; 1 ♀ (M) 2012 June 4; 1 ♀ (S) 2012 August 7; 1 ♀ (M) 2012 September 6; 1 ♂ 2 ♀ (M) 2012 September 26; 1 ♀ (S) 2013 July 18
<i>Ypthima argus</i>	F	L	M	2	U	○	×	Ref 1
<i>Mycalesis gotama</i>	F	L	M	3	H	○	○	2 ♂ (-) 2010 August 25; 2exs(-) 2010 September 26; 1 ♂ (-) 2011 May 25; 1 ♂ (-) 2011 June 9; 1 ♂ (-) 2011 August 29; 1 ♀ (M) 1 ♀ (S) 2013 June 3
<i>Neope goschkevitschii</i>	F	P	M	2	J	○	○	1 ♂ (-) 2010 May 25; 1 ♂ 1 ♀ (-) 2010 August 25; 1 ♂ (-) 2011 May 25; 2 ♂ 1 ♀ (-) 2011 June 9; 1 ♂ 1 ♀ (-) 2011 August 29; 1 ♂ (S) 1 ♂ (M) 2012 June 4; 2 ♂ (M) 2012 August 22; 1 ♂ (M) 2013 July 2
<i>Lethe sicelis</i>	F	L	M	2	J	×	○	1 ♂ (-) 2010 September 26; 1 ♀ (-) 2011 June 9; 1 ♂ (S) 2011 August 29; 1 ♂ (M) 2011 September 8; 1 ♂ (S) 2011 November 24; 1 ♀ (S) 2012 September 26
<i>Melanitis phedima</i>	F	A	M	3	M	×	△	1 ♀ (M) 2017 September 5; 1 ♀ (S) 2019 November 19 (Ob)
<i>Parantica sita</i>	F	L	M	3	M	×	△	1 ♀ (S) 2015 October 8; 1ex(S) 2016 October 16 (Ob); 1ex(S) 1 ♂ (M) 2017 October 23 (Ob)

<i>Libythea lepita</i>	F	A	M	2	un	×	○	1 ♂ (S) 2013 May 8; 1 ♂ (M) 2013 July 2; 1ex(S) 2013 August 3 (Ob); 1ex(M) 2014 June 3 (Ob); 1ex(S) 2017 April 19 (Ob); 1ex(S) 2017 June 3 (Ob)
Hesperiidae								
<i>Daimio tethys</i>	F	L	M	3	C	○	×	Ref 1
<i>Potanthus flavus</i>	G	L	M	2	C	○	○	1 ♂ (S) 2012 August 22; 1 ♀ (S) 2012 October 8; 1ex(S) 2015 August 19 (Ob); 1ex(M) 2017 August 6 (Ob); 2exs(M) 2017 September 5 (Ob); 1ex(M) 2017 September 19 (Ob); 1ex(S) 2018 August 3 (Ob); 1ex(M) 2018 October 17 (Ob)
<i>Parnara guttata</i>	G	L	M	1	H	○	○	1 ♂ (-) 2010 May 25; 1 ♂ (-) 2010 August 25; 1 ♂ (-) 2011 August 29; 1 ♂ 1 ♀ (S) 2011 September 8; 1 ♂ (S) 2012 August 22; 1 ♂ (M) 2012 September 26
<i>Pelopidas mathias</i>	G	L	M	2	P	×	○	1 ♂ (-) 2011 September 23; 1 ♂ (M) 2012 October 24; 1 ♀ (M) 2014 October 17

¹⁾ Scientific names were followed Shirôzu (2006).

²⁾ Tanaka (1988). F: Forest species, G: Grassland species.

³⁾ Fukuda et al. (1982, 1983, 1984a, 1984b), Yata (1998, 2007), and Shirôzu (2006). E: egg, L: larva, P: pupa, A: adult, non: species that is impossible to overwinter in Tokyo.

⁴⁾ Fukuda et al. (1982, 1983, 1984a, 1984b), Yata (1998, 2007), and Shirôzu (2006). U: univoltine, M: multivoltine (two or more generations per year).

⁵⁾ Sunose (1993, 1998). 1: Urban and/or rural species, 2: Seminatural species, 3: Natural species.

⁶⁾ Matsumoto (2006). S: Siberian, U: Ussuri, C: Chinese, J: Japanese, H: Himalayan, M: Malayan, P: Pan-tropical, un: undetermined.

⁷⁾ ○; common, △; rare (see text), ×; not recorded.

⁸⁾ Double symbols in a column indicate abundances until 1960's (left) and on 1970's (right).

⁹⁾ (Ob): observed, (Em): Date of adult emergence (rearing), (M): Meguro Ward, (S): Shinagawa Ward, (-): location (ward) was not recorded. All specimens were collected by Takenari Inoue. Ref 1: Government Forest Experimental Station (1975), Ref 2: Group Tamamushi (2007).

¹⁰⁾ A few adults of *J. lutea* were recorded in 2006 (see text).

Changes in butterfly fauna of Rinshinomori Park, Tokyo, central Japan

Takenari INOUE^{1)*}

Abstract

To census the present butterfly fauna of Rinshinomori Park, Tokyo (the site of the National Forestry Research Center), I conducted field surveys on 203 days from 2010 through 2019 and recorded 40 species: 8 papilionid, 5 pierid, 9 lycaenid, 15 nymphalid, and 3 hesperiid species. By Tanaka's criterion (Tanaka 1988), they comprise 25 forest species (62.5%) and 15 grassland species (37.5%). The Sunose environmental index was 74 that indicates a "moderate natural environment". On the geographical distribution of the recorded species, the percentage of Himalayan-type (15.0%) species was higher and those of Siberian-type (15.0%) and Ussuri-type (5.0%) species were lower than the national averages in Japan. Percentages of forest, univoltine, egg diapause (overwintering) and Chinese-type species such as *Antigius attilia* and *Japonica saepestriata* have declined in comparison with the data collected in the park in 1970s by the National Forestry Research Center.

Key words : biodiversity, forest species, geographical distribution type, grassland species, overwintering stage, urban park, voltinism

Received 9 December 2019, Accepted 2 April 2020

1) Tama Forest Science Garden, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* Tama Forest Science Garden (FFPRI), 1833-81 Todorimachi, Hachioji 193-0843

短 報 (Short communication)

林木育種における QR コードラベルの屋外耐久性実験

松永 孝治^{1)*}、竹田 宣明²⁾、福山 友博³⁾、武津 英太郎¹⁾、栗田 学¹⁾

要旨

近年、林木育種センターは自動認識を組み込んだ材料の管理システムを構築するために QR コードが付与されたラベルの使用を進めている。ここではいくつかの資材を使用して QR コード付きのラベルを作成し、屋外で3年間の耐久性実験を行った。成木用と苗木用のどちらのラベルにおいても、熱転写プリンタで印字した後、ポリエチレンテレフタレートフィルムで被覆するピータッチラベルが高い耐久性を示した。一方、このラベルは印字用紙とラベル台紙を別途準備する必要があるため、コストは高くなった。今回検討したラベルは苗木に使用するには十分な耐久性を示したが、30年以上使用することがある成木用のラベルはさらなる検討が必要である。

キーワード：自動認識、二次元バーコード、システム管理

はじめに

森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センターは主要な林業用樹種の遺伝的な改良や林木遺伝資源の収集・保存等を通じて、林木の優良な種苗を確保するための育種事業・研究を行っている。育種事業では全国から収集した様々な遺伝的組成を持つ系統・個体の形質評価、有用な形質を持つ個体の選抜、選抜した個体の交配というサイクルをくり返しながら、優良な遺伝子が集積された個体を品種とする。これらの品種は造林用の種苗を生産するための採種園・採穂園の母樹に使用される。この一連の事業では遺伝的に異なる多数の材料を取り扱う（例えば九州のスギでは、第一世代精英樹で約 600 系統、第二世代候補木は約 1000 系統程度（武津ら 2019）、育種センター全体の平成 29 年度の採種穂園用の苗木（原種）の配布本数は約 7000 本等）。これらの材料を一カ所に保存するだけであれば、その系統の管理は比較的容易であるかもしれないが、育種事業では、これらの材料の形質を長期間にわたり何度も調査したり、採取した穂木・種子を苗畑で増殖して別の場所へ植栽したりするためその系統管理は簡単ではない。また、林木は他の農作物に比べ個体のサイズが大きく、屋外で粗放的に管理・保存される場合が多いこと、寿命が長く、繁殖可能な齢に達するまでの期間が長いために、管理や保存の期間が長くなることも林木の系統管理を難しくさせる要因である。育種事業の中で系統を取り違えた場合、遺伝的な改良の効率の低下、造林用種苗の性能の低下、集団に保持されていた優良な遺伝子の消失、貴重な林木遺伝資源の消失等の

問題が生じ得る。

従来、林木育種センター九州育種場（以下、九州育種場）では、場内に植栽した材料の系統を管理するために、系統別に個体を植栽して、その先頭に系統名を表示した丹頂杭を設置する一方、別途植栽配置図を作成してきた。また、苗畑で養苗している材料の系統を管理するために、クローンや家系ごとにまとめて植栽された苗木の先頭に、耐候性の高い顔料系のマーカーや市販のラベルプリンター例えば、TEPRA、株式会社キングジム等で作成したシールを用いて系統名を表示した杭を設置していた。この様なラベルによる系統の管理は簡易である一方で、ラベル作成時の記述間違いやラベルの判読時の読み取り間違いが生じる場合がある。それらのヒューマンエラーの低減にはバーコードや RFID タグ等を用いた自動認識装置の活用が有効と考えられ、育種センターでは RFID タグ等を使った系統管理システムの構築に取り組んできた（渡辺ら 2010, 小野ら 2012a, b）。近年、九州育種場では、場内に保存されている原原種（都道府県等へ配布する原種の母樹）や、都道府県や認定特定増殖事業者へ配布する原種苗木に QR コードを印字したラベルの設置を始めており、QR コードリーダーやタブレットを使用して材料を管理することで、ヒューマンエラーの低減に取り組んでいる（松永ら 2015）。これらの材料を管理するためのラベルは一度設置した後に永続的に使えることが望ましいが、直射日光が当たり、雨風を受ける屋外で長期間使用した場合、使用した資材や印刷方式によっては印刷した文字や QR コードが読み取れなくなる場合がある。例えば、

原稿受付：令和 2 年 2 月 17 日 原稿受理：令和 2 年 4 月 7 日

1) 森林総合研究所 林木育種センター九州育種場

2) 森林総合研究所 林木育種センター東北育種場

3) 森林総合研究所 林木育種センター

* 森林総合研究所 林木育種センター九州育種場 〒861-1102 熊本県合志市須屋 2320-5

九州地域のいくつかの検定林では一時期ラベル用に採用していた資材が不適切であったため、定期調査時に設置したラベルの文字が、次の5年後の調査時に判読できない場合があった。

成木用のラベルは、原種園、保存園、採種穂園、検定林等において数十年にわたり設置することが想定されるため、ラベルとその上の印字に高い耐候性、耐久性が求められる。一方、苗木用のラベルは、養苗から植栽、その後の調査までの間にラベルが脱落せず、ラベル上の印字を判読できること、また苗畑で多量に生産する各苗へ取り付けるため、取り付け作業が容易であることやある程度安価であることが求められる。

ここでは、場内に植栽した成木用および苗畑の苗木用にいくつかの資材でQRコードを印刷したラベルを作成し、その耐久性を調査したので報告する。

材料と方法

ラベル

成木用ラベルを素材別に3種類、そのうち2種類は背景色違いを5種類作成して、全体で11種類のラベルを、各5枚作成した（Fig. 1、Table 1）。ピーチコートラベル（以下、Aラベル）、耐候性シールラベル（以下、Bラベル）およびピータッチシールをアクリル板に貼り付けたピータッチアクリルラベル（以下、Cラベル）を準備し

た。Aラベルはピーチコート紙を印刷用紙とした。これはポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムの印刷用電飾用紙で強度・耐水性に優れており、育種センターでは検定林内の立木に取り付けるラベルや検定林調査時の野帳用紙として利用している。今回は耐久性を考慮し

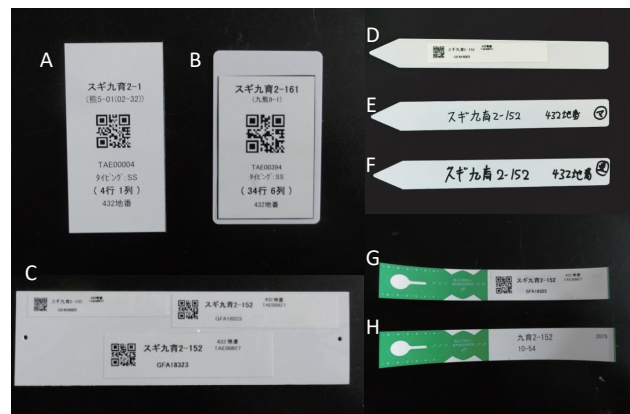


Fig. 1. 実験に使用したラベル

The labels used for the experiment.

A: ピーチコートラベル、B: 耐候性シールラベル、C: ピータッチアクリルラベル、D: ピータッチホワイトラベル、E: マッキーホワイトラベル、F: フェキホワイトラベル、G: ピータッチサトーラベル、H: サトーラベル

Table 1. 実験に用いたラベルの詳細

用途	ラベル名称 (本文中の略称)	QR コード	印刷用紙・マーカー		プリンタ		ラベル台紙	
			商品名	材質等	商品名	印字方式	商品名	材質等
成木用	ピーチコート (A)	有	ダイオーポスタルケミカル株式会社 Laser Peach WETY-210	ポリエチレンテレフタレート フィルム加工品	リコージャパン株式会社 imagic MP4002SP	レーザープリンタ	印刷用紙を台紙として使用	
	耐候性シール (B)	有	スリーエムジャパン株式会社 A-one 屋外でもつかえるサインラベルシール 31040	ポリエステルフィルムシール	リコージャパン株式会社 imagic MP4002SP	レーザープリンタ	PVC プラスチックカード	ポリ塩化ビニル
	ピータッチアクリル (C)	有	ブラザー工業株式会社 TZe テープ 36mm 幅	印字面をポリエチレンテレフタレートフィルムでコーティング	ブラザー工業株式会社 PT-9700	熱転写	アクリルサンデー株式会社 アクリルサンデー板	アクリル
苗木用	ピータッチホワイト (D)	有	ブラザー工業株式会社 TZe テープ 18mm 幅	上述	ブラザー工業株式会社 PT-9700	熱転写	松村工芸株式会社 ホワイトラベル	ポリプロピレン
	マッキーホワイト (E)	無	ゼブラ株式会社 マッキー極細 黒	油性・染料		手書き	松村工芸株式会社 ホワイトラベル	上述
	フェキホワイト (F)	無	不易糊工業株式会社 工業用消えないマーカー細 黒	油性・顔料		手書き	松村工芸株式会社 ホワイトラベル	上述
	ピータッチサトー (G)	有	ブラザー工業株式会社 TZe テープ 18mm 幅	上述	ブラザー工業株式会社 PT-9700	熱転写	サトーホールディングス株式会社 合成紙ラベル	ポリプロピレン加工品
	サトー (H)	無	サトーホールディングス株式会社 合成紙ラベル	ポリプロピレン加工品	サトーホールディングス株式会社 BF412R	熱転写	印刷用紙を台紙として使用	

て厚手のピーチコート紙（WETY-210、Laser Peach、ダイオーポスタルケミカル株式会社）を使用した。B ラベルはポリエステルフィルム製の「野外でも使えるサインラベルシール（A-one 31040、スリーエムジャパン株式会社）」を印刷用紙とした。これらの印刷用紙に Microsoft® の Excel2013® を用いて QR コードを含むラベルデザインを作成し（誤り訂正レベル Q（25%））、レーザープリンタ（imagic MP 4002SP、リコージャパン株式会社）で印刷した。Excel2013® で QR コードを作成するためには、Access2013® の Microsoft Barcode Control 15.0 を使う必要がある。今回は使用するパソコンに Access2013® がインストールされていなかったため、Microsoft Barcode Control 15.0 が使用可能となる Microsoft Access 2013 Runtime を Microsoft® のダウンロードセンターから無料で入手してインストールした。印刷後、ラベルをカッターで切り分け、A ラベルはそのまま使用し、B ラベルは PVC 製の厚さ 0.76mm のカード（名刺サイズ、55 mm × 91mm）をラベル台紙としてシールを貼り付けて作成した。また、これらのラベルについて、色と耐久性の関係を検討するため、レーザープリンタで背景色を赤・青・黄・緑に印刷したラベルも作成して実験に用いた。C ラベルは、厚さ 0.5mm のアクリル板（アクリルサンデー板、不透明、アクリルサンデー株式会社）にブラザー社のピータッチシリーズの熱転写プリンタ（PT-9700PC、ブラザー工業株式会社）で印刷したピータッチラベルシール（TZ テープ、ブラザー工業株式会社）を張り付けたものである。このラベルシールのデザインはピータッチプリンタを購入した際に無料配布されるソフトウェア P-touch Editor 5.2（QR コード等に対応）を用いて作成した。なおこのシールはラベル印刷時に印刷面をポリエチレンテレフタレートフィルムで自動的に被覆する。

苗木用のラベルは 5 種類作成した。ポリプロピレン製の園芸用ホワイトラベル（ホワイトラベル縦型 15cm、松村工芸株式会社）を台紙に用いて、前述のピータッチラベルシールを張り付けたピータッチホワイトラベル（以下、D ラベル）、マッキー極細（ゼブラ株式会社）で手書きしたマッキーホワイトラベル（以下、E ラベル）、工業用消えないマーカー細（不易糊工業株式会社）で手書きしたフェキホワイトラベル（以下、F ラベル）、およびポリプロピレンに充填剤を加えて加工した合成紙（厚紙合成紙ラベル、サトーホールディングス株式会社）を台紙として、ピータッチラベルシールを張り付けたピータッチサトーラベル（以下、G ラベル）、専用の熱転写方式プリンタ（スキャントロニクス BF412R、サトーホールディングス株式会社）で印字したサトーラベル（以下、H ラベル）を作成した。

これらのラベルのうち、成木用の A、B および C ラベルと苗木用の D および G ラベルに QR コードを印刷した。E ラベルと F ラベルはこれまで苗畑の播種床の系統表示やさし木苗の育成などで利用してきた経緯があるため、

対照として加えた。

耐久性実験

2015 年 7 月 10 日に九州育種場内の防草シートを敷いた空き地に、ラベルを打ち付けた合板を地面に水平に置き、ラベル印字面が上向きになるように設置した（Fig. 2）。この空き地の東、南、西側には日光を遮蔽する建物はないため、晴天時には日中のほとんどの時間、太陽光にさらされる場所である。3 年後の 2018 年 7 月 10 日に各ラベルについて、目視による読み取り、QR コードリーダによる読み取り、ラベルの物理的な耐久性について調べた。ラベルの読み取りは、正常に読める、一部読み取れない（誤って読み取る）、読めないの 3 段階で評価した。QR コードの読み取りは Unitech 社の MS920 を用いた。ラベルの物理的な耐久性はラベルを両手で持ってねじりを加えた場合に、ラベルが破損しない、強い力を加えると破損する、簡単に破損するの 3 段階で評価した。実験中に何らかの理由で失われていたラベルは消失とした。

作成費用の算出

今回は主に一般的なホームセンターや Web 上での注文を通じて容易に入手可能な資材を用いてラベルを作成した。これらの資材は様々なサイズや数量で販売されているが、ラベルのサイズが大きければ作成費用が上がり、小さすぎれば視認性が低下して実際の業務における作業効率が落ちると考えらる。今回、成木用ラベルは検定林調査等で使用しているサイズ、概ねクレジットカードサイズのラベルを作成する場合の費用として算出した。また、ラベルは大量に作成することを仮定し、各資材の販売単位を無駄なくラベルに使用した場合の一枚当たりの作成費用を算出した。今回、苗木用ラベルとして使用した H ラベルは、専用のプリンタとカスタム設計したラベル台紙を組み合わせたラベルシステムで作成するため、容易に入手できるとは言えないが、すでに全国の育種場にこのシステムが整備され、育種事業で活用されているため実験に加えた。なお、A、B 及び H ラベルはプリンタによる印刷時に別途、トナーやインクカートリッジを



Fig. 2. 実験開始時のラベルの様子
The labels at the start of the experiment.

消費するため、印刷費用としてそれぞれ一枚あたり 1.7、1.7 及び 0.65-1.3 円を概算単価に加えた。

結 果

成木用ラベル

A ラベルと B ラベルの背景色はすべて消え、白色になっていた (Fig. 3、Fig. 4)。A ラベルは色がかすれて一部の文字を読むことが困難であり (Table 2)、それらのラベルでは QR コードを読み取ることはできなかった。B ラベルは文字を読み取ることはできたが、QR コードを読み取れない場合や (全色合わせた場合の 20%)、誤って読み取る場合 (全色合わせた場合の 5%) があった。誤って読み取る場合は「GFA18207」や「TAE00410」という文字列を「GU#FA18207」や「TMAE00415」というように読み取った。C ラベルはすべてのラベルの文字及び QR コードを

読み取ることができた。これら 3 種類の成木用ラベルの物理的な耐久性はどれも維持されており、ねじりを加えても破損しなかった。

苗木用ラベル

すべての E ラベルと F ラベルの一部 (60%) は文字が消えて、読み取ることができなかった (Table 3)。また、残り (40%) の F ラベルは一部の文字が消えていた。H ラベルは概ね文字を読むことができたが、一部の文字が読めないラベルが 1 枚あった。D ラベルと G ラベルははっきりと文字を読むことができ、QR コードは誤りなく読み取ることができた。苗木用ラベルの物理的な耐久性はどれも維持されていた。

作成費用

本実験で用いた各ラベルの概算単価、またその材料費を印刷用紙とラベル台紙に分けて示した (Table 4)。成木用ラベルの単価は A ラベル、B ラベルおよび C ラベルでそれぞれ 10、47、36 円であった (Table 4)。苗木用ラベ



Fig. 3. 実験終了時 (3 年後) のラベルの様子
The labels at the end of the experiment (three years later).

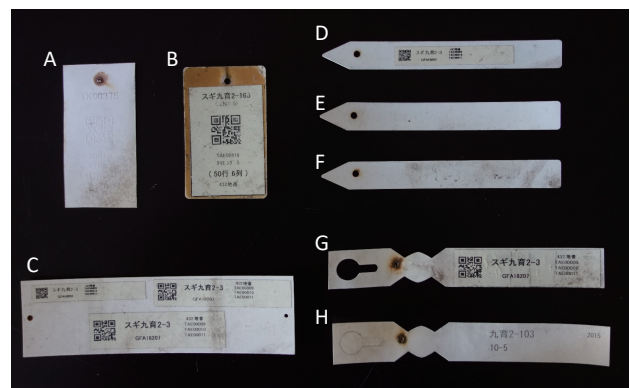


Fig. 4. 実験後のラベルの例
Example of the labels after the experiment.
ラベルの説明は Fig. 1 と同じ。

Table 2. 成木用ラベルの読み取り結果

ラベル	背景色	設置枚数	目視による文字の読み取り			QR コードの読み取り			消失
			はっきり読める	一部読めない	読めない	読み取れる	誤って読み取る	読み取れない	
A	白	5		5				5	
	赤	5		5				5	
	青	5		5				5	
	黄	5		5				5	
	緑	5		5				5	
B	白	5	5			2		3	
	赤	5	4			4	1		
	青	5	5			2		2	1
	黄	5	5			4	1		
	緑	5	5			1		4	
C	白	5	5			5			

ルの単価は E ラベル、F ラベルで 10 円以下、D ラベル、H ラベル、G ラベルでそれぞれ 15、14-24、23-32 円であった。

考 察

耐久性

3 年間の耐久性実験の結果、成木用については C ラベル、苗木用については D ラベルと G ラベルで文字・QR コー

Table 3. 苗木用ラベルの読み取り結果

ラベル	設置枚数	目視による文字の読み取り			QR コードの読み取り ¹⁾			消失
		はっきり読める	一部読めない	読めない	読み取れる	誤って読み取る	読み取れない	
D	5	5			5			
E	5			5				
F	5		2	3				
G	5	4			4			1
H	5	3	1					1

¹⁾ E、F 及び H ラベルは QR コードを印字していない

Table 4. 実験に用いたラベルの概算単価と算出根拠

用途	ラベル名称 (本文中の略称)	概算単価 (円) ¹⁾	印刷用紙・マーカー				ラベル台紙					
			商品名	数量	価格(円)	単価 ¹⁾	備考	商品名	数量	価格(円)	単価 ¹⁾	備考
成木用	ピーチコート (A)	10 ³⁾	ダイオーポスタルケミカル株式会社 Laser Peach WETY-210	A4 100 枚	10500	8	A4 サイズから 12 枚のラベル作成	印刷用紙を台紙として使用				
	耐候性シール (B)	47 ³⁾	スリーエムジャパン株式会社 A-one 屋外でもつかえるサインラベルシール 31040	A4 10 枚	2000	18	A4 サイズから 12 枚のラベルシール作成	PVC プラスチックカード	1000 枚	27000	27	
	ピータッチアクリル (C)	36	ブラザー工業株式会社 TZe テープ 36mm 幅	8m 5 個パック	9800	12	各ラベルに長さ 5cm 使用	アクリサンデー株式会社 アクリサンデーシート不透明 白	30cm x 30cm 厚さ 0.5mm	359	24	15 枚のラベル台紙作成
苗木用	ピータッチホワイト (D)	15	ブラザー工業株式会社 TZe テープ 18mm 幅	8m 5 個パック	7200	9	各ラベルに長さ 5cm 使用	松村工芸株式会社 ホワイトラベル	15cm 100 枚	600	6	
	マッキーホワイト (E)	7	ゼブラ株式会社 マッキー	1 本	120	1	1 本で 100 枚に記述	松村工芸株式会社 ホワイトラベル	15cm 100 枚	600	6	
	フエキホワイト (F)	8	不易糊工業株式会社 工業用消えないマーカー	1 本	200	2	1 本で 100 枚に記述	松村工芸株式会社 ホワイトラベル	15cm 100 枚	600	6	
	ピータッチサトー (G)	23-32	ブラザー工業株式会社 TZe テープ 18mm 幅	8m 5 個パック	7200	9	各ラベルに長さ 5cm 使用	サトーホールディングス株式会社 合成紙ラベル	10200 枚 6 巻まとめ買い	137700	14-23	価格差はラベルの幅(15mm or 30mm)
	サトー (H)	14-24 ³⁾	サトーホールディングス株式会社 合成紙ラベル	10200 枚 6 巻まとめ買い	137700	14-23	価格差はラベルの幅(15mm or 30mm)	印刷用紙を台紙として使用				

¹⁾ 概算単価及び単価は四捨五入している。

²⁾ 価格は web 上で調査した税抜き価格である。

³⁾ A ラベル、B ラベル及び H ラベルはプリンターによる印刷費用としてそれぞれ一枚あたり 1.7、1.7 及び 0.65-1.3 円を概算単価に加えた。

ドを読み取ることができ、耐久性に優れていると考えられた。

成木用に用いた A ラベルは 3 年の実験期間後、一部の文字が消え、QR コードを読むことができなかった。このラベルは九州育種場の検定林調査において調査木の胸高部にガンタッカーで打ち付けて使用しているが、5 年前に設置したラベルでも十分に読み取ることができている。これらの結果は樹冠が閉鎖して、直射日光等が当たらない林冠下に比べて、新植地等の開けた環境ではより早くラベルの印字が劣化することを示唆する。B ラベルは A ラベルより印字の耐久性が優れていたが、C ラベルよりは耐久性が低かった。B ラベルの文字は普通に読み取ることができたが、一部のラベルで QR コードを読み取ることができず、また QR コードを誤読する場合もあった。これらの耐候性シールラベルは表面を指でこすると、文字や QR コードの印字がにじんでかすれた。この結果から印字の劣化が始まりつつある QR コードを読み取る場合、自動認識といえども入力エラーが生じ得ることが分かった。このようなエラーは実務上では電子野帳の入力欄に適切な入力規制を設定することである程度防ぐことができると考えられる。今回用いた A-one 社製の耐候性シールにはより耐候性が高いと考えられる UV 保護カバー付きタイプの商品（品番 31045）がある。その商品であればより高い耐久性が得られたかもしれない。今回用いた成木用ラベルの中で C ラベルの印字が最も劣化が少なかった。これはラベル作成時に印刷面が耐候性のあるポリエチレンテレフタレートフィルムで自動的にラミネート加工されるためだと考えられた。苗木用ラベルでは熱転写プリンタによる印字（D、G 及び H ラベル）がマーカーによる手書きの文字（E、F ラベル）より耐久性が高かった。また D と G ラベルの印字は H ラベルの印字より高い耐久性を示した。手書きのラベルの間では、顔料系インクのマーカーが染料系インクのマーカーより耐久性に優れていた。ラベルの台紙は、ピーチコート紙、PVC カード、アクリル板、ホワイトラベルと厚紙合成紙を用いたが、これらの台紙は少なくとも 3 年間は耐久性に差が生じなかった。

作成費用

ラベルの作成費用は、ラベルの種類によって大きく異なった（Table 4）。印刷用紙をそのままラベル台紙として使用できる A ラベルや H ラベルの費用は比較的安かった。一方、B、C、D、G ラベルは印刷用紙の単価が高いだけでなく、ラベル台紙が別途必要となるため、ラベルの単価が高くなった。今回用いたラベルの中で、A ラベルと B ラベルは汎用レーザープリンタ（近年数万程度で購入可能）で印刷できるが、C、D、G ラベルは 1 万～数万円、H ラベルは 30～40 万円程度の専用のプリンタが必要である。

成木用ラベル

今回の結果から、成木用ラベルについては、A ラベル

が安価に作成できるが、太陽光にさらされる環境では 3 年程度で印字が消失することが示された。一方 C ラベルは、コストはかかるが 3 年間の実験期間中で最も印字の劣化が少なかった。この結果は、使用環境に応じた適切なラベル選択が必要であることを示唆する。林木育種事業において林木の保存園や採種穂園は 30 年以上利用することもある。今回は 3 年間の耐久性実験の結果をまとめたが、長期間の管理を考えるとより長い間使えるラベル・RFID タグの利用やラベルの定期的な交換を組み込んだ管理方法を検討する必要がある。株式会社サトーや日東電工株式会社の Web ページ上では 10 年～20 年間の耐候性を持つラベルとしてウルトララベルやデュラタック PF100 が紹介されている。これらのラベルを使用するには専用のプリンタと印字用紙等からなるラベルシステムを導入する必要があるが、ラベルの交換回数が減れば系統間違いのリスク低下につながることから、将来の導入の可能性を考え、性能やコストを調べていきたい。

苗木用ラベル

現在育種事業で使用している H ラベルはコストに優れるが、印字の耐久性では印字面をラミネート加工する D ラベルと G ラベルが優れていた。今回の結果では示していないが、H ラベルの印字はすべてのラベルで 2 年間読み取ることができた。九州育種場における苗木の育成期間はスギさし木苗で 1 年間、スギ・ヒノキ・マツの実生苗で 2 年間であり、また各苗木に苗木用ラベルを取り付けるのは苗木の配布や植栽の数ヶ月から半年前である。そのため D、G および H ラベルであれば養苗期間中および苗木の配布・植栽後もしばらくの間はラベルの印字が保たれると考えられた。

その他の検討事項

本実験ではすべてのラベルを直接合板に釘で打ち付けたが、針金等によりラベルを枝や幹に設置する場合には別途その資材を準備する必要がある。九州育種場では短期間であれば銅線やビニタイ等を使用し、長期間であれば、アルミ線やジャンパ線（通信用 PVC ジャンパ線 200 m、型式：TJV 0.65-1、4000 円程度）（小野 2013）を使用している。また、A、B および C ラベルを作成する際には、それらの材料を自分で適切なサイズにカットする必要がある。今回のラベルの概算単価は材料費のみに基づいており、ラベル・ラベルシールの切断やシールの貼り付け作業にかかるコストは含まれていない。

本研究で扱ったラベルの耐久性・費用の情報はラベルの素材を決める上で有用となるだろう。しかしながら、実際の事業・研究に最適なラベルを選定するためには、実務の中での試用を行い、生じる問題・課題に対して改善を続けていく必要があるだろう。

ここで示した各ラベルのデータは、本研究の用途・使用方法で用いた場合の結果であり、別の用途・方法で用いた場合は結果が異なる可能性がある。

謝 辞

九州育種場職員の皆様には本実験の遂行にあたりご協力を頂きました。この場を借りてお礼申し上げます。

引用文献

- 武津 英太郎・倉原 雄二・松永 孝治・栗田 学・倉本 哲嗣・村上 丈典 (2019) 九州育種基本区における第二世代精英樹候補木の選抜 - 九熊本第 146 号 (スギ) および九熊本第 118 号・九熊本第 131 号 (ヒノキ) における実行結果 -. 平成 30 年度版国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター年報, 112-116.
- 松永 孝治・武津 英太郎・竹田 宣明・福山 友博・大城 浩司・澤村 高至・松永 順・濱本 光・平尾 知士・小野 雅子・平岡 裕一郎・佐藤 新一・栗田 学・渡辺 敦史・高橋 誠 (2015) ラベル現地複製システム「ラベルふえる君」. 森林遺伝育種, 4, 82-86.
- 小野 雅子 (2013) 林木育種におけるトレーサビリティシステムの開発. 林木育種情報, 11, 6-7.
- 小野 雅子・栗田 祐子・渡辺 敦史 (2012a) 適正な系統管理に向けたラベルシステムの高度化. 森林遺伝育種学会大会講演要旨集, 1, 22.
- 小野 雅子・高橋 誠・渡邊 敦史 (2012b) IC タグを利用した樹木個体管理システムの開発. 日本森林学会大会発表データベース, 123, Pb030.
- 渡辺 敦史・宮本 尚子・高橋 誠・三浦 真弘・植田 守 (2010) DNA タイピングと IC タグを利用した新たな系統管理手法. 日本森林学会大会発表データベース, 121, 684.

Durability test of QR code labels for forest tree breeding

Koji MATSUNAGA^{1)*}, Nobuaki TAKEDA²⁾, Tomohiro FUKUYAMA³⁾, Eitaro FUKATSU¹⁾ and
Manabu KURITA¹⁾

Abstract

Recently, the Forest Tree Breeding Center has been promoting the installation of labels with QR codes to construct a material management system that incorporates automatic identification and data capture. In this study, we used various materials to create labels with a QR code, and we compared the durability of the different labels over 3 years. For both adult tree and seedling labels, we found that a P-touch label coated with a polyethylene terephthalate film after printing with a thermal transfer printer exhibited high durability. However, because this label requires separate preparation of the printing paper and the label mount, it is relatively expensive. Moreover, although some of the labels that we examined were sufficiently durable for use in seedlings, further study is needed to develop a label for adult trees that may be used for more than 30 years.

Key words : automatic identification and data capture, two dimensional barcode, pedigree management

Received 17 February 2020, Accepted 7 April 2020

1) Kyushu Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center (FTBC), Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Tohoku Regional Breeding Office, FTBC, FFPRI

3) FTBC, FFPRI

* Kyushu Regional Breeding Office, FTBC, FFPRI, 2320-5 Suyu, Koshi, Kumamoto 861-1102, JAPAN; e-mail: makoji@affrc.go.jp

短 報 (Short communication)

森林作業道の情報化施工に供する油圧ショベルの姿勢演算精度

山口 浩和^{1)*}、鈴木 秀典¹⁾、佐々木 達也¹⁾、市川 作雄²⁾、山内 延恭³⁾

要旨

森林作業道作設作業における作業の効率化と施工精度の向上を目的として、油圧ショベルの姿勢やバケット爪先位置を作業道の設計図面とともに運転席のモニタ等に表示させることで、オペレータの作業を支援する情報化施工技術の開発を進めている。本研究では、情報化施工に供する油圧ショベルの各部位に搭載したIMUのデータからバケット爪先位置を演算し、トータルステーションにより精度検証を行った。その結果、高さ方向の標高誤差は平均1.03cmとなり、国土交通省の基準である誤差5.0cm以内の基準を十分に満たしたが、3次元方向の誤差が7.05cmと大きい結果となった。この原因を精査したところ、IMUの方位角計測精度に、最大6.0度、平均0.7度の誤差があることが分かった。そこで、IMUの代替となる方位角計測方法として、油圧ショベルの位置を特定するためのトータルステーションによる後部ブリズムの測量データを用いて方位角を算定する方法を用いたところ、3次元方向の誤差についても平均1.75cmと小さくなることが分かった。これらのことから、情報化施工に資するための油圧ショベルの姿勢は、IMUセンサとトータルステーションを用いることで、十分な演算精度が得られることを明らかにした。

キーワード：情報化施工、森林作業道、油圧ショベル、IMU、バケット位置

1. はじめに

森林作業道（以下、作業道）作設作業における作業効率の向上と作業道の質の向上を目的として、土木分野において利用が推進されている情報化施工技術を作業道作設作業に応用する実証試験を行っている。情報化施工とは、情報通信技術の活用により、施工前あるいは施工中に得られる電子データを用いて、施工の効率化や高精度化を実現しようとするものである。作業道作設における情報化施工では、作業中のバケット爪先位置が設計図に対してどのような位置関係にあるのかを示し、設計図面通りに施工が行えるようオペレータを支援することで、無駄を省いた作業の効率化や路体施工精度の向上を目指している。これらの目的を達成するためには、機械中心に対してバケット爪先位置がどの位置にあるのかを高精度で演算できることが求められる。土木分野の情報化施工においてはIMU（Inertial Measurement Unit）とGNSS（Global Navigation Satellite System）を用いて機械の姿勢や方位角を計測する方法が一般的である（国土交通省2019）。しかし、開空度の高い皆伐地を除いて、間伐林分を含む森林内あるいは作業道上において、GNSSを用いてリアルタイムに自己位置を特定するなどの場合には、十分な精度が得られない場合が多い（毛綱・山口2016）。そのため、作業道の情報化施工においては、IMU情報の

みを用いた手法を検討している。そこで本報告では、機械各部に取り付けたIMUからの姿勢角情報からどのくらいの精度で油圧ショベルの姿勢を演算できるのかを明らかにするとともに、誤差の特徴を分析し、精度向上のための対策について検討を行った。

2. 試験方法

2.1 油圧ショベルおよびセンサ

供試機械は、バケット容量0.5m³（車体質量12トン）クラスの油圧ショベルである（Table 1）。土木分野では中型の油圧ショベルに該当するが、車体幅（履帯幅）が2.49mあり、幅員3メートル程度の作業道開設に対しては比較的大型の機械である（林野庁2015）。

Table 1. 油圧ショベルの諸元

単位：mm

全長	7,620
全幅	2,490
全高	2,875
最大掘削深さ	5,520
ブーム最大到達長	8,170
作業機最小旋回半径	2,450

原稿受付：令和2年3月31日 原稿受理：令和2年6月26日

1) 森林総合研究所 林業工学研究領域

2) 株式会社前田製作所

3) 株式会社ジツタ

* 森林総合研究所 林業工学研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里1

掘削用バケットは、油圧ショベルのナックルブームの先端に取り付けられているため、バケット爪先位置の座標を演算するために、上部旋回体、ブーム、アーム、バケットの姿勢角を計測する必要がある。そこで、これら4つの部位に Fig. 1 のように IMU を取り付け、それぞれの姿勢角を計測することとした。取り付け位置は、上部旋回体、ブーム、アームについては部材に直接、作業中に土中に埋まることが予想されるバケットについては、油圧シリンダの力をバケットに伝えるバケットリンケージ部とした。IMU の諸元を Table 2 に示す。IMU は、3 軸加速度センサ、3 軸角速度センサ、3 軸磁気センサを内蔵し、それらのデータを独自のアルゴリズムを用いて処理し、姿勢角（ピッチ角、ロール角、ヨー角）をリアルタイムに算出する装置である。

2.2 バケット爪先位置の演算

バケット爪先位置を演算するために必要な各部位（以下、リンクとする）の姿勢角は、ブーム、アーム、バケットについては水平面からの仰角（ a_1 、 a_2 、 a_3 ）、上部旋回体については方位角（ a_4 ）である（Fig. 2）。バケット爪先位置を演算するためには、油圧ショベルの各寸法をあらかじめ求めておく必要がある。そこで、油圧ショベルに任意の姿勢をとらせ、トータルステーション（以下、TS）を用いて各ジョイントの座標値を測量し、各リンク長（ジョイント間距離）や各リンク姿勢角（ジョイント間の傾斜角）を求めた。各リンクに取り付けた IMU は姿勢角と必ずしも一致する角度で取り付けられているわ

けではない。そのため、測量で求めた各リンク姿勢角と IMU の計測値を比較することによるキャリブレーションを行った。また、バケットリンク姿勢角は、アームリンク姿勢角とバケットリンケージの姿勢角の差分を変数とする関数式を用いて算出した。掘削作業時のバケット爪先位置の3次元位置座標 $P(x, y, z)$ は下記 (1) ~ (3) の演算式で求めることができる。

$$x = (l_1 \cos a_1 + l_2 \cos a_2 + l_3 \cos a_3 + l_{x0}) \sin a_4 - l_{y0} \cos a_4 \quad (1)$$

$$y = (l_1 \cos a_1 + l_2 \cos a_2 + l_3 \cos a_3 + l_{x0}) \cos a_4 + l_{y0} \sin a_4 \quad (2)$$

$$z = l_1 \sin a_1 + l_2 \sin a_2 + l_3 \sin a_3 + l_{z0} \quad (3)$$

ただし、 $a_4=0$ （ブーム伸展方向が z 軸と平行）の時のブーム取り付け位置を $A(l_{x0}, l_{y0}, l_{z0})$ 、ブーム、アーム、バケットのそれぞれのリンク長を l_1 、 l_2 、 l_3 、それぞれのリンクの水平面からの角度を a_1 、 a_2 、 a_3 （ブーム伸展方向から z 軸正方向に向かって正）、上部旋回体の旋回角度を a_4 （ x 軸正方向から y 軸正方向へ向かって正）とする。

2.3 精度検証方法

バケット爪先位置演算精度の確認試験は、前田製作所構内のクレーン検査場の基準平面（水平面）にて行った（Photo 1）。精度の検証は、IMU 計測データから演算され

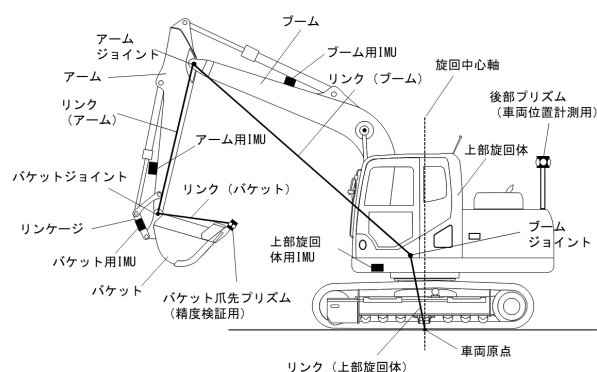


Fig. 1. IMU 取り付け位置および各部位ジョイント位置

Table 2. IMU の諸元

外形寸法	46 × 45 × 24mm
重量	50g
作動温度	-40 度 ~ +85 度
姿勢角（ロール / ピッチ）精度	0.1°
方位角精度	0.8°
データ更新レート	60Hz

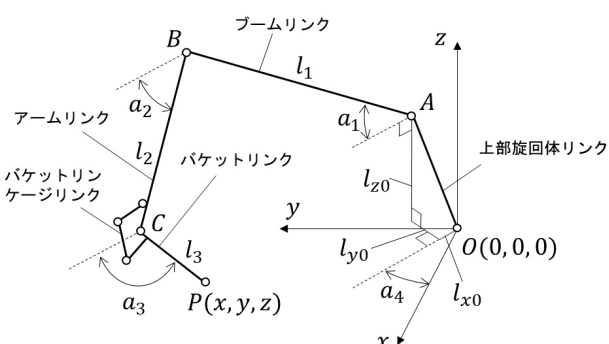


Fig. 2. 座標系の設定と姿勢演算に用いる各係数



Photo 1. TS を用いた精度測定試験の様子

たバケット爪先位置の3次元座標値と、TSにより視準した3次元座標値（真値とする）とを比較することにより行った。

試験条件は、掘削作業中に油圧ショベルが旋回動作を含め様々な姿勢を取ることを考慮し、ブーム角、アーム角、バケット角、車体角度（方位角）をそれぞれ任意に変化させた30パターンの機械姿勢を対象とした。各姿勢において、IMUによって計測した4つの部位の姿勢角からバケット爪先の3次元座標値を演算するとともに、バケット爪先に360度プリズムを取り付け、TSを用いてバケット爪先位置を測量し、3次元座標値を得た。TSによる測量値を真値として、両者を比較することにより、誤差の大きさおよび誤差の発生方向等の誤差特性を求めた。

3. 結果と考察

油圧ショベルの姿勢30パターンについて行ったバケット爪先の3次元座標演算精度の結果をFig. 3に示す。機械原点からバケット爪先位置までの距離に応じた誤差を、標高誤差と水平誤差に分けて表示した。誤差の特徴を見ると、全体的には標高誤差はバケット位置に関係なく一定となる傾向を示し、水平誤差は原点から遠いほど大きくなる傾向を示した。これらの傾向は、(1)～(3)式において、高さ方向（ z 座標）が各部位の姿勢状態を示す独立項の和であるため誤差が原点からの距離に依存しにくく、平均誤差が小さくなる傾向にあること、水平方向（ x 座標、 y 座標）は原点からの距離と方位角の積になるため、距離に応じた誤差傾向にあることなどから説明することができる。

次いで、油圧ショベルの姿勢30パターンにおけるバケット爪先位置の演算誤差をTable 3に示した。国土交通省のガイドラインにおいては、情報化施工に使用する機械のバケット爪先位置の演算精度については、標高誤差に対して平均5.0cm以内となることと定められている。本試験においても、標高誤差について最大5.6cm、平均

1.03cmとなり、運用上において十分な精度が得られていることが確かめられた。一方、前後方向（ブーム伸展方向）誤差、左右方向（旋回方向）誤差について見てみると、前後方向の誤差が平均1.19cm、左右方向の誤差が平均6.35cmとなり、左右方向の誤差が大きい結果となった。土木分野における油圧ショベルのガイダンスでは機械が作業面に対して正立して作業を行うことを前提としているため、左右方向の誤差がそれほど重要ではないのに対して、作業道の情報化施工を適用する場合には、機械は常に作業道の作設方向を向いており、切土あるいは盛土面に対して正立することがないなど作業の想定が異なる。そのため、標高誤差や前後方向誤差と同様に左右方向誤差も重要であると考えている。

前後方向誤差および標高誤差は、IMUセンサの姿勢角（ピッチ角）の計測精度に影響を受けるが、左右方向の誤差は方位角の計測精度の影響を受ける。Table 2に示した通り、IMUセンサの特徴は、ピッチ角、ロール角（精度 0.1° ）よりも方位角（精度 0.8° ）の精度が低いことから、左右方向において誤差が大きかった原因は方位角計測誤差によるものであると推測された。そのため、IMUによる方位角計測の代替となる手法を検討する必要がある。そこで、情報化施工において機械位置を特定するために車体後部に取り付けられている後部プリズム位置も同時にTSにより測量する。この後部プリズムは、機械の旋回中心から離れた位置にあるため、機体が旋回動作を行うことで円弧軌跡を描く。円弧軌跡から機械の旋回中心を算出できれば、方位角を演算することが可能である。そこで、IMUにより計測した方位角と後部プリズムの測量値から演算された方位角とを比較した。その結果、両者には、最大で6.0度、平均で0.7度のズレがあることが分かった（Fig. 4）。IMUセンサは、磁気センサを用いるため、作業現場や金属体である機械の動きに起因する磁場変化の影響を受けやすいため、方位角計測において精度が得られなかった可能性がある。このことが、Fig. 4においてバケットが近い距離（2.5m付近）にも関わらず大きな方位角誤差となった原因であると考えられる。

後部プリズムの測量から求めた方位角を用いて、30パターンの姿勢についてバケット爪先位置を演算しなおした結果、左右方向の誤差は平均0.6cm、前後方向誤差、左右方向誤差、標高誤差、それぞれの合成である3次元方向誤差でも平均1.75cmとなり、5cm以内の精度で演算できることが分かった（Fig. 5, Table 4）。これらのことから、後部プリズムの軌跡から算出された方位角は、IMU

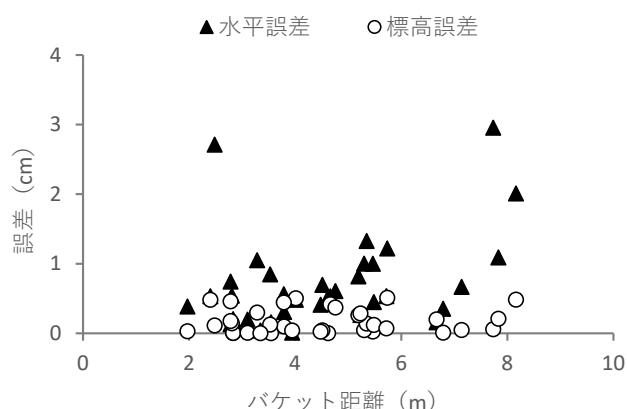


Fig. 3. バケット距離に応じた爪先位置演算誤差（IMUによる方位角計測）

Table 3. バケット爪先位置演算誤差（IMUによる方位角計測）
単位：cm

	水平誤差		標高誤差	3次元 方向誤差
	左右方向	前後方向		
IMU	6.35	1.19	1.03	7.05

で計測した方位角よりも精度が高いことが伺える。

後部プリズム位置は、施工時は常に TS で測量しているため、方位角推定に利用することができる。しかし、方位角を算出するためには油圧ショベルの旋回中心の座標が常に必要である。掘削作業は、車両の移動と掘削を繰り返す作業であり、車両を移動させる度に旋回中心を求めるための旋回動作が必要となり作業能率の低下が懸念される。今後は、作業能率への影響を最低限にとどめるため、IMU と TS を併用しながら、通常の掘削作業工程の中で旋回中心を求め、車両方位角を特定する手法について検討する予定としている。

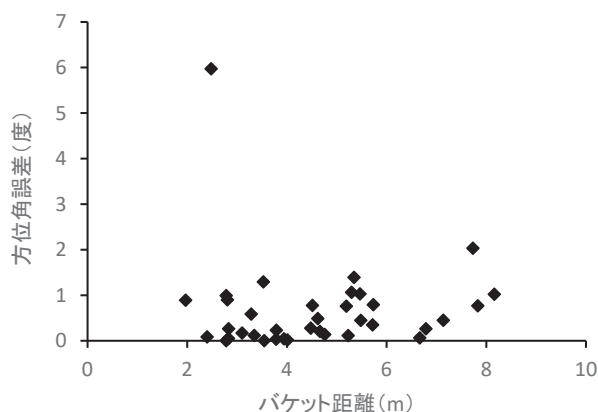


Fig. 4. IMU による方位角計測精度

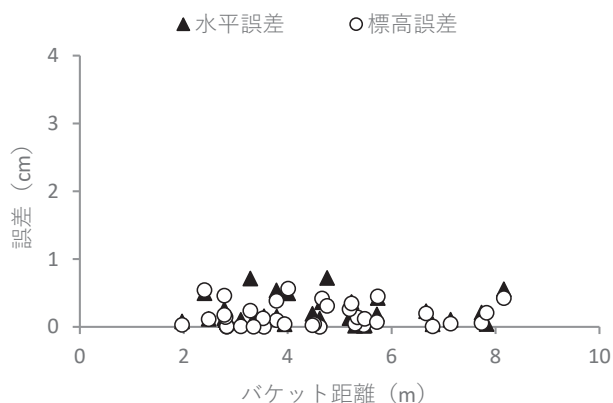


Fig. 5. バケット距離に応じた爪先位置演算置誤差 (TS による方位角計測)

Table 4. バケット爪先位置演算誤差 (TS による方位角計測)
単位: cm

	水平誤差		標高誤差	3次元 方向誤差
	左右方向	前後方向		
IMU	0.58	0.81	1.03	1.75

4. おわりに

森林作業道作設作業における作業の効率化と施工精度の向上を目的として、油圧ショベルの姿勢やバケット爪先位置を作業道の設計図面とともに運転席のモニタ等に表示させることで、オペレータの作業を支援する情報化施工技術の開発を進めている。本研究では、情報化施工に用いる油圧ショベルの姿勢演算精度を明らかにするため、油圧ショベルの姿勢を決定する4つの部位（上部旋回体、ブーム、アーム、バケット）にIMUを搭載し、それぞれの姿勢角からバケット爪先位置を演算で求め、その演算精度をトータルステーションにより検証を行った。その結果、高さ方向の誤差は平均1.03cmとなり、国土交通省の基準である誤差5.0cm以内の基準を十分に満たすことを確認したが、3次元方向の誤差が7.05cmと大きい結果となった。この原因を精査したところ、水平方向の誤差に影響するIMUの方位角計測精度に、最大6.0度、平均0.7度の誤差があることが分かった。そこで、IMUの代替となる方位角計測方法として、油圧ショベルの位置を特定するためのトータルステーションによる後部プリズム位置の視準データを用いて方位角を算定する方法を試したところ、3次元方向の誤差が平均1.75cmに小さくできることが分かった。これらのことから、情報化施工に資するための油圧ショベルの姿勢は、IMUセンサとトータルステーションを用いることで、十分な演算精度が得られることを明らかにした。

後部プリズムをTSで計測する方位角計測手法が有効であることが分かったが、車両を移動させる度に旋回中心を求めるための旋回動作が必要となり、作業能率の低下が懸念される。そのため、今後は、IMUとTSを併用しながら、通常の掘削作業工程の中で旋回中心を求める手法について検討する。

謝 辞

本研究は、農研機構生研支援センター「生産性革命に向けた革新的技術開発事業」の補助を受けて実施した。

引用文献

- 国土交通省 (2019) “ICT 建設機械精度確認要領 (案)”, <https://www.mlit.go.jp/common/001284056.pdf>, (参照 2020-03-31)
- 毛綱 昌弘・山口 浩和・伊藤 崇之・鈴木 秀典・千坂 修・高崎 綾信・草野 兼光・北原 成郎 (2016) 遠隔操作機能と自動走行機能によるフォワードの操作支援技術の開発. 森林総合研究所研究報告, 15(4), 91-102.
- 林野庁 (2015) “平成 27 年度版森林作業道作設ガイドライン”, https://www.maff.go.jp/j/budget/yosan_kansi/h27itaku_seika_butu/attach/pdf/h27itaku_seika_ippan-267.pdf, (参照 2020-03-31)

Posture estimation accuracy of an excavator for information oriented construction of forest work road

Hirokazu YAMAGUCHI¹⁾, Hidenori SUZUKI¹⁾, Tatsuya SASAKI¹⁾, Sakuo ICHIKAWA²⁾
and Nobuyasu YAMAUCHI³⁾

Abstract

An assessment was made of the attitude calculation accuracy of hydraulic excavators used for the computerized construction of forest work roads. An inertial measurement unit (IMU) was mounted on the four parts (upper revolving structure, boom, arm, and bucket) that determine the posture of the excavator. The toe position of the bucket was calculated from the various posture angles, and the accuracy was verified using TS. The results revealed an average height error of 1.03 cm, which is compliant with the specified standard of a maximum error of 5.0 cm set by the Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism. However, the error in the three-dimensional direction was as large as 7.05 cm. A close examination of the cause of this error revealed an error in the IMU azimuth measurement of 0.7° on average and as large as 6.0°. As a different way, the azimuth angle was calculated using the coordinate values of the rear prism surveyed by TS, and it was found that doing so reduced the average error in the three-dimensional direction to 1.75 cm.

Key words : computerized construction, forest work road, excavator, IMU, bucket position accuracy

Received 31 March 2020, Accepted 26 June 2020

1) Department of Forest Engineering, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) MAEDA SEISAKUSHO Co., Ltd

3) JITSUTA Co., Ltd.

* Department of Forest Engineering, FFPRI, Matsunosato 1, Tsukuba, Ibaraki 305 8687, Japan; e-mail: hiroy@ffpri.affrc.go.jp

研究資料 (Research record)

昭和初期の国有天然林調査報告書の発見

新山 馨^{1)*}、柴田 銃江¹⁾、黒川 紘子¹⁾、松井 哲哉²⁾、大橋 春香³⁾、佐藤 保¹⁾

要旨

昭和初期に調査された貴重な森林生態調査報告書の原本を発見した。今回発見された 662 件の報告書は、大正 15 年に農林省山林局が発行した「国有天然林調査方法」に基づき、六営林局（青森、秋田、東京、大阪、高知、熊本）の植生調査係が森林生態調査を行った結果をまとめたものである。報告書は森林植生と毎木調査の貴重な原データや原図を多数含んでいる。本稿の目的は第一に、報告書が残されてきた歴史的経緯を記録すること。第二に、報告書の目録を公表することで多くの研究者に報告書原本の存在を知らせること。第三に、報告書を将来の森林研究や施業技術に活かすため、報告書に含まれるデータのデジタル化を進める契機とすることである。

キーワード：森林植生、天然林、昭和初期、生態学的データ、植生図

1. はじめに

森林総合研究所の森林植生研究領域が管理する植物標本準備室に、大きめの段ボール箱 23 個分の古い資料類が引き継がれてきた。重要な研究資料として保管されてきたと推測されるが、研究者の異動や退職に伴い、資料が残ってきた経緯や中身を知る職員が居なくなってしまった。これら古い資料の内容を著者らが確認したところ、大部分は昭和初期に当時の営林局で行われた国有天然林調査報告書の原本であることがわかった。これらの原本には昭和初期の天然林の姿を詳細に示す森林植生分布図や林況調査表といった調査データが含まれており、長期的な視点での天然更新研究や森林管理に役立つ第一級の資料であると著者らは直感した。

大正末から昭和初期にかけての国有林では、皆伐を中心とした法正林思想に基づく施業ではなく、択伐と天然更新を主体に森林の保続を図る恒続林思想に基づく施業が主流をなし（渡邊 2002, 2003）、その基礎調査となる森林生態調査が青森から熊本までの各営林局で行われていた（草下 1954）。大正 15 年 12 月に農林省山林局が「国有天然林調査方法」を発行し（農林省山林局 1926）、これに準拠し森林調査を行うよう山林局傘下の各営林局に指示を出したと推察される。これを受けて青森営林局、秋田営林局、東京営林局、大阪営林局、高知営林局、熊本営林局の六つの営林局が国有天然林の調査に乗り出した。東京営林局発行の雑誌「林友」（高橋・横幕 1927, 1928b,

a）や青森営林局管内要覧（青森営林局 1936, 1937）にある天然林調査の記載は、国有天然林調査が実行された事実を裏づけるものである。なお調査報告書は二部作成し、一部を各営林局が保管し、もう一部は山林局（現林野庁）に提出との指示であった（農林省山林局 1926）。こうして植生調査や毎木調査を含む膨大な天然林調査報告書が昭和 3, 4 年から 14 年にかけて山林局に提出されたと推察される。これらの報告書は、太平洋戦争前に部分的に取りまとめられ公開された（栗田 1933, 高橋 1935, 青森営林局 1935a, b, 藤島 1932）。しかし早尾（1963）によれば、大部分の報告書は国有林の施業や林業研究に積極的に活用されることなく、戦後、林野庁業務課から林業試験場（現森林総合研究所）に引き渡されたという。しかし整理もされず、継承されてきた経緯や資料の実態が不明なまま現在に至った。そこで活用に向けた第一歩として、報告書原本を整理し、概要がわかる全体の目録と一部原本の写真を公開することにした。

本稿の目的は、第一に、このような貴重な天然林調査報告書が残されてきた歴史的経緯を記録することである。第二に昭和初期の国有天然林調査報告書の目録と一部の実物写真を公表することで、調査報告書に興味を持つ多くの研究者に報告書原本の存在と概要を知ってもらうことである。第三に貴重な報告書原本を今後も良好な状態で保存する一方で、将来の森林生態学的研究や施業技術に活かすため、資料のデジタル化を進める契機とするこ

原稿受付：令和元年 12 月 10 日 原稿受理：令和 2 年 5 月 19 日

1) 森林総合研究所 森林植生研究領域

2) 森林総合研究所 国際連携・気候変動研究拠点

3) 森林総合研究所 野生動物研究領域

* 森林総合研究所 森林植生研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1

とである。本稿が、昭和初期の天然林の姿を今に伝える貴重な報告書目録として、広く活用されることを期待する。

2. 材料と方法

目録を作成するにあたり、国有天然林調査報告書に関わる資料の内容を一点ずつ確認した。各国有林での調査は事業区や地域単位で行われ、例えば青森営林局では、深浦事業区、大鰐・碓ヶ関事業区、十和田国立公園などが地域単位となって一連の調査が行われていた。同様に東京営林局では、阿武隈高原地方、越後村上地方、日光鬼怒川地方などの単位で調査が行われていた。この調査は、国有林全域の天然林を網羅したものではないが、北海道を除く当時のほとんどすべての天然林の群集型を取り扱っている (Fig. 1)。

前述の「国有天然林調査方法」(農林省山林局 1926)には、以下の7種類の図表を取りまとめて山林局に提出するよう営林局宛ての指示があった。なお、本文献は国立国会図書館にデジタルアーカイブされており、誰でもダウンロードできる (<http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/981589>)。

1. 植生分布図
2. 植生調査簿
3. 樹種分布図・表
4. 林況調査表
 - 4.1 優従喬木別径級別高階別本数分配表
 - 4.2 優従喬木別樹種別径級別本数分配表
 - 4.3 優従喬木別樹種別材積表
5. 生態概況調査票
6. 生態精密調査表

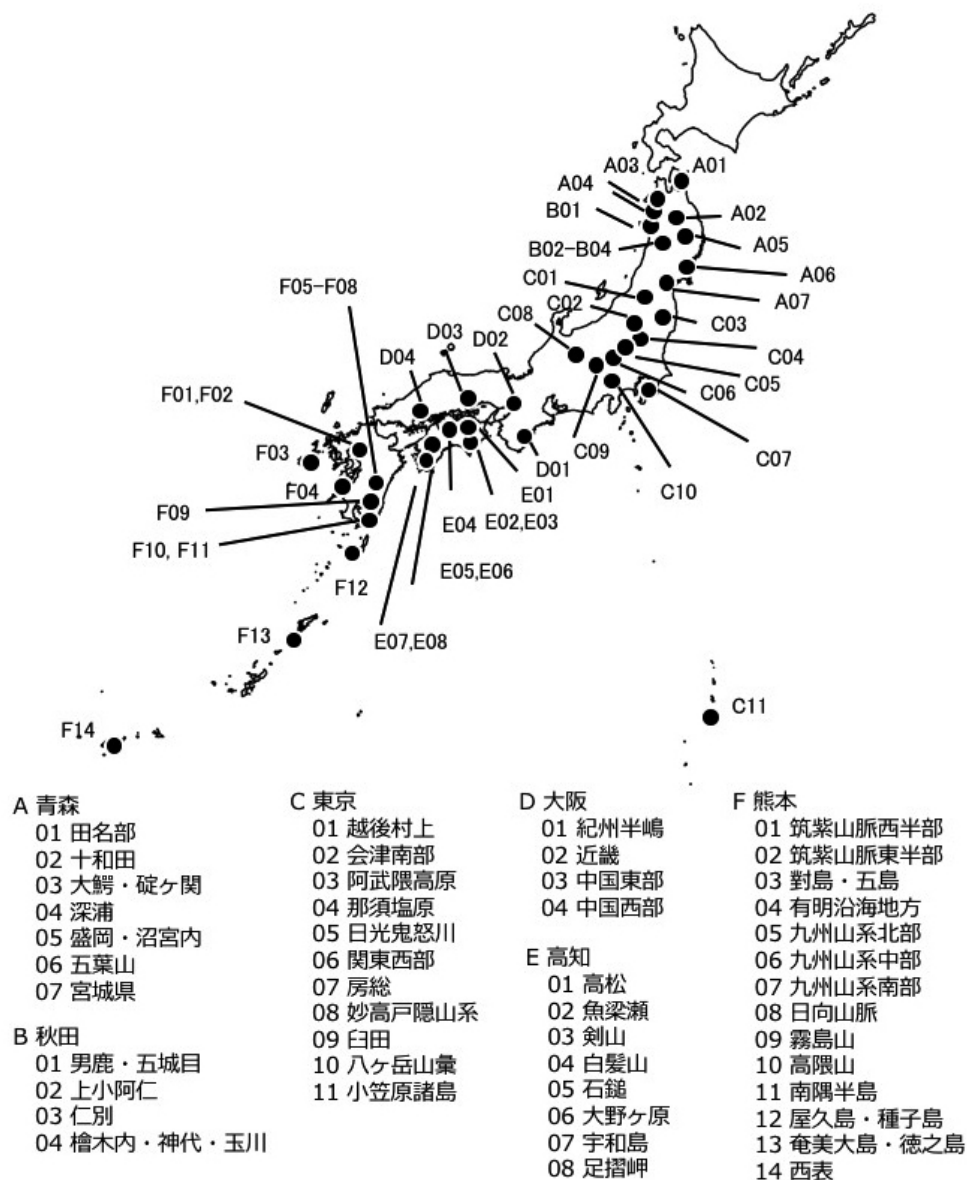


Fig. 1 調査された国有天然林の位置図。資料名に準拠し大まかな国有林の位置を示している。

6.1 コドラート図表

6.2 植生側面図及樹冠投影図（トランセクト図）

7. 植物目録

これら7項目の概要は以下のとおりである。各営林局で多少の差はあるが共通する内容を記す。

1. 植生分布図：国土地理院の地図一枚ないし数枚を連結した地図上に、森林群叢を色分けして表示した植生図である（Photo 1a）。調査対象は国有林内の天然林のみで、人工林は対象になっていない。天然林は人工植栽していないすべての森林を指す。すなわちアカマツ林やコナラ二次林など、かつて伐採されたり山火事後に更新した森林も含まれる。森林植生区分は調査地域ごとに異なり、Aa、Ab、Ba、Bb などアルファベットの略号順にその地域の森林植生を相観で分類し記載している。森林群集の凡例を見ると、「青森営林局、十和田国立公園 Aa はひまつ群集、Ba₁ あをもりとどまつ - ちしまざさ群集」（Photo 1b）といった具合である。

2. 植生調査簿：植生分布図と対応した森林植生区分ごとの林分面積と優占種が記載された一覧表である（Photo 2a）。優占種は高木、亜高木、灌木、地表の各層ごとに記載されている（Photo 2b）。名称は植生調査簿であるが、現在の植物社会学的な植生調査方法とは異なり、決められた面積で植生被度を調査する方法ではない。

3. 樹種分布図・表：2つのタイプの樹種分布図表が含まれ、一つは同じ地図上に樹種ごとの木形スタンプが押された重要樹種分布図である（Photo 3-1）。もう一つは森林群叢ごとに各樹種の多寡を示した図表で、横軸に Aa、Ab、Ba、Bb などアルファベットで表した森林群叢、縦軸に各樹種の多寡を図示した棒グラフを一枚にまとめた図である（Photo 3-2）。このいずれか、あるいは両方を各営林局は樹種分布表として作成している。ただし、青森・秋田の両営林局の報告書に樹種分布図・表は含まれていない。

4. 林況調査表：胸高直径と樹高および材積の樹種別一覧表で、現在の毎木調査と同様の調査結果が記録されている（Photo 4a）。径級別高階別本数分配表、樹種別径級別本数分配表（Photo 4b）、樹種別材積表の3種類がある。営林局によって表の形式や資料の綴じ方は異なる。冊子体の形式が多いが、熊本営林局の調査表は集計用紙をクリップでとめただけの資料である。

5. 生態概況調査票：高木層から地表植物層まで、植物種の量的な生育状況を記号で記した一覧表である（Photo 5a）。この表は、現在行われている植生調査で作成される形式とほぼ同様である。例えば、a: abundant、f: frequent、vr: very rare などの英国方式の略号で階層ごとに各植物の生育量が記述されている（Photo 5b）。青森営林局では、植生分布図に直接、生態概況調査地点が番号で記載されているが（Photo 1a）、植生分布図に調査地点を記載していない営林局が多い。

6. 生態精密調査表：この精密調査はコドラート調査とベルトトランセクト調査の二つの結果から構成される。コドラート調査では、20 m × 20 m ないし 50 m × 50 m のコドラート（方形区）を各森林群叢の標準地に1個設定し、樹木位置を幹直径に比例した大きさの円で方眼紙に描画している（Photo 6-1）。幹直径と樹高の数字はこの円の近くに記入されている（Photo 6-1）。その他の植物名は 5 m × 5 m の方形区ごとに方眼紙に直接記載されている。本稿では用語として「コドラート」に統一しているが、原資料には「コドラート」、「コードラート」、「クオドラート」の3つが混在するため、目録中の資料名はそのままにしてある。ベルトトランセクト調査では多くの場合、20 m × 100 m のベルトトランセクトが設定され、森林植生の断面がトランセクト内に生育する樹木の幹と枝で描画され、対応する樹冠投影図が同じ紙の下部に描かれている。この図は植生側面図及樹冠投影図（トランセクト図）と呼ばれている（Photo 6-2）。これに最も似かよったベルトトランセクト図は森林植生図譜（館脇 1957、館脇・三角 1957）に見ることができる。

7. 植物目録：調査地における植物種の科別の和名と学名の一覧表となっている（Photo 7a, b）。高知営林局の資料の中には、牧野富太郎博士の書簡を書き写したと思われる記述があり、植生調査では当時の著名な植物分類学者に指導を仰いでいたことが推測される。ただし営林局により植物目録を含む場合と含まない場合がある。

これらの図表に加えて、事業区ごとに全体を取りまとめた「森林植生調査書」と呼ばれる総説的な報告書が含まれる場合が多い（Photo 8）。営林局によってはさらに写真帳（Photo 9a, b）や植生トランセクト図が含まれる調査区もある。

著者らはこれら7項目を確認しながら、営林局別に調査報告書の目録を作成した（Table 1 から Table 6）。森林総合研究所に現存するのは青森営林局から熊本営林局までの六つの営林局の報告書である。報告書は各営林局内の事業区あるいは地域別に配列した。

目録の一行目は営林局ごとの通し番号で、二行目から「地域名」、「資料名」、「タイプ」、「形状」、「年代」、「備考」の六項目の順に記載した。「地域名」は原本にしたがい、各営林局管内の事業区名や営林署名を便宜的な単位とした。この地域名は国土地理院の地図に記載された市町村名と異なることもある。実際の調査は、国有林の林班を単位に面的に行われたが、本稿では便宜的に各地域の位置を点で示した（Fig.1）。「資料名」は当該資料の表紙や封筒の表記のままとし、旧字体のまま記載した。「資料名」と内容に若干の食い違いが見られたが、今後の報告書のデジタル化を考え原本の名前に従った。ただし個別の報告書が入っていた封筒の表書きは、林業試験場の関係者が整理のため戦後に記した可能性もあるので、いくつかの資料名は山林局に提出された報告書原本の資料名とは異なる可能性がある。本稿で作成した目録では、「國

有天然林調査方法」(農林省山林局 1926)に基づき、調査報告書の種類を調査説明書、植生分布図、重要樹種分布図、重要樹種分布表、植生調査簿、生態概況調査票、写真帳、地質図、植物目録、林況調査表、トランセクト図、コードラート図、気候図、土壌調査表、その他、の15「タイプ」に区分した。「形状」は現物の保管の形状で冊子体は1冊、地図などは1枚、封筒入りは1袋などと記載した。「年代」は調査報告書に記された調査または取りまとめの年で、調査年と取りまとめ年の区別はせず記載した。「備考」には著者らの判断による中身の概要を記載した。古い資料のため、破損の怖れがある地図の枚数や表のページ数などは無理に数えなかった。したがって、ここで示す目録は厳密に地図や図表を一枚ずつ記載した目録ではない。

3. 結果と考察

3.1 営林局ごとの報告書の残存状況

基本的にすべての営林局がこの調査方法の指示に従って調査を行い、図表を取りまとめたはずであるが、そのすべてが森林総合研究所に引き継がれたのかは不明である。北海道の調査報告書は今回発見された原本には含まれていなかった。当時、内務省北海道庁、宮内省皇室林野局の傘下にあった北海道の国有林では、農林省山林局の指示に従った調査は省組織の違いから行われなかったと推察する。あるいは類似の調査が行われても資料は山林局に提出されなかった可能性もある。

調査報告書数は営林局の間で大きな違いがあり、青森営林局 75 件 (Table 1)、秋田営林局 11 件 (Table 2)、東京営林局 164 件 (Table 3)、大阪営林局 19 件 (Table 4)、高知営林局 139 件 (Table 5)、熊本営林局 254 件 (Table 6)、となっている。ただし冊子体となっている資料や封筒に入れている資料は1件と数え、地図も同じ1件の資料として数えたので、データ総量と調査報告書件数とは単純に一致しているわけではない。

1. 青森営林局

青森県、岩手県、宮城県 の3県を管轄している (Table 1)。青森県内の調査地では大鰐・碓ヶ関、十和田国立公園、深浦、田名部の4地域の資料、31件が残されている。岩手県内の調査地では五葉山、盛岡・沼宮内地域の19件が残されている。岩手県内の調査地は事業区単位ではなく、盛岡市を通る北緯 39 度 42 分を基準とし、この基準線の南北 20 km の範囲に含まれる国有林を対象としている。調査報告書ではこの範囲を「基準帯」と呼んでいる。宮城県内は国有林の面積が少ないため、事業区単位で網羅的に調査され、24 件の調査報告書が残されている。青森営林局の資料の特徴は調査説明書、植生分布図、写真帳、生態概況調査表が他の営林局と比べよく残っていることである。特に十和田国立公園の植生分布図に生態概況調査の調査地点がすべて図示されていることは特筆される。なぜならこの地図があれば、同じ地点での現植生の再調査が可能になるからである。十和田国立公園地域では、

植生調査説明書 (Photo 8)、写真帳 (Photos 9a, b)、植生図 (Photos 1a, b)、植生調査簿 (Photos 2a, b)、生態概況調査票 (Photos 5a, b) が残されていた。これらに加えて、八甲田登山道路に沿った植生トランセクト断面図と平面図、トランセクト標準地生態概況調査票があった (Photo 5b と同じ様式)。残念ながら、十和田国立公園地域では、林況調査表、生態精密調査のコードラート図表と植生側面図及樹冠投影図 (トランセクト図) は資料に含まれていなかった。これらの欠けた資料は、調査がなされていないのか、資料がどこかで失われて現存しないのかは不明である。

2. 秋田営林局

調査報告書が少なく、秋田県内の仁別、上小阿仁、男鹿・五城目、檜木内・神代・玉川の各地域で 11 件の報告書が残されている (Table 2)。植生分布図、植生調査簿、生態概況調査票、林況調査表は含まれているが、調査説明書と写真帳は残されていない。トランセクト図は原図ではなく、原図を撮影した写真がコピーとして山林局に提出されたようである。

3. 東京営林局

福島県、新潟県を含む関東一円と東海地方も管轄しており、164 件と多くの調査報告書が残されている (Table 3)。福島県内では阿武隈高原方面、会津南部地方、新潟県内では越後村上地方、群馬県内では関東西部地方、東京都では小笠原諸島、栃木県では那須塩原方面、日光鬼怒川方面、長野県内では八ヶ岳山麓、妙高戸隠山系、白田事業区、千葉県内では房総方面の 11 地域が確認できた。東京営林局管内の資料は、写真帳を含め多くの種類の報告書がよく残っている。例えば小笠原諸島の調査説明書、植生分布図、植生調査簿、生態概況調査票、林況調査表、コードラート図などは現在の小笠原の森林保全を考える上で貴重な昭和初期の資料である。

4. 大阪営林局

当営林局管内は国有林が少ないせいか、紀州半島、近畿、中国西部、中国東部の4地域、19 件の調査報告書にとどまっている (Table 4)。生態概況調査票はないが、他の資料は残っている。大阪営林局の報告書に含まれる地図やコードラート図、トランセクト図は大判で通常サイズの保存容器に入らないので、傷みやすく保管に困難が伴う。

5. 高知営林局

当営林局管内の調査は愛媛県内の宇和島、石鎚、大野ヶ原、高知県内の魚梁瀬、白髪山、足摺岬、徳島県内の剣山、香川県内の高松の8地域にわたり、四国全体の国有林をカバーしている (Table 5)。調査報告書も写真帳以外はほぼすべて残っており、一部地域で土壌調査表や気候表が残されているのは特筆される。剣山や魚梁瀬で描かれたトランセクト図は枝振りまでも精密な森林断面図で一見の価値がある。また高知営林局は山林局の取りまとめを待たず、昭和 14 年には独自の報告書を公刊しており (和田ら 1939)、国有天然林調査に関して積極的な取り組みをした営林局であったことがわかる。

6. 熊本営林局

高知営林局と同様にほぼ全域の調査報告書が残されており、対馬地方・五島地方、奄美大島・徳之島地方、屋久島・種子島、西表、九州山系中部地方、九州山系南部地方、九州山系北部地方、高隈山、筑紫山脈西半部、筑紫山脈東半部地方、南隅半島、日向山脈、霧島山、有明沿海地方の14地域、254件の資料がある（Table 6）。熊本営林局の資料は写真帳が欠けている以外、九州本土のほとんどの資料が残っている。島嶼部も部分的ではあるが資料が残っており、屋久島の調査説明書、植生分布図、生態概況調査票が残っているのは貴重である。霧島山でも植生図や林況調査表、コドラート図が多数残っており、昭和初期以降の噴火を含む約90年間の植生変化の大きさを考えると、今後の森林遷移の研究にとって重要な資料となるはずである。

3.2 これまでの調査報告書の公開状況

今回発見された報告書の内容のほとんどは公開されないままになっているが、部分的には各営林局が印刷公開している。これらは森林総合研究所や国立公文書館、国立国会図書館に閲覧可能な文献として保管されている。代表的なもの5報の概要を以下に記す。

1. 高知営林局管理国有林植生調査報告（和田ら 1939）

高知営林局が山林局の取りまとめを待たず、独自に取りまとめた調査報告書で昭和初期に行われた国有天然林調査の全体像がわかる貴重な学術資料である。

2. 岩手縣基準帯国有天然林植生概況（青森営林局 1935a）

盛岡を中心とした岩手県内の調査地の植生概要と植生図を取りまとめた報告書。

3. 宮城県山嶽地帯国有天然林植生概況（青森営林局 1935b）

宮城県内の国有天然林の植生概要と植生図を取りまとめた報告書。

4. 管内国有天然林植生調査の概要（二）、高隈山及霧島山の部（熊本営林局植生係 1938）

今回、森林総合研究所で発見された高隈山植生調査説明書や霧島山植生調査説明書を基に植生調査結果を記述した冊子である。植生分布図や各種の表などは印刷用に清書され、森林総合研究所で今回発見された調査説明書の原図や原簿よりきれいになっている。

5. 霧島山に於ける植物群落組成調査及び植生連続（遷移）に関する考察（荒川 1931）

この文献には植生調査を担当した熊本営林局技手の荒川潔氏の復命書を基に、林業試験場技師の河田杰氏の校閲を経て刊行されたという前書きがある。熊本営林局管内のすべての植生調査をまとめるのに時間がかかるので、霧島山系というまとまりのある部分から印刷用に取りまとめたものと推察される。

この他に雑誌「林友」や東京営林局報、林学会誌に発表されたものがいくつかある（栗田 1933, 高橋 1928, 1932,

1935, 東京営林局 1939, 藤島 1932）。

以上のように、植生概況と植生図、植物目録の一部は公開されたが、公開されたデータは目録に挙げた原データ量と比べると1割にも満たず、明らかに少ない。まして、林況調査（毎木調査データ）や、精密調査（コドラート図、森林断面図・樹冠投影図）の結果は高知営林局の例（和田ら 1939）を除いて、これまで全く公開されていない。

3.3 調査報告書が残されてきた経緯

農林省山林局の官僚であった早尾丑磨氏は、林業試験場の技師であった寺崎渡氏、河田杰氏、栗田勲氏と続く明治から昭和にかけての森林研究者の系譜があるとして、以下のように記述している（早尾 1963）。「寺崎直系の河田杰は、森林植生調査方法を立案したので、国有林は全管内調査に着手し、数年間の営林局調査報告書を得たが、後継者栗田との意見齟齬して膨大な調査書は戦後業務課より林試（著者注：現森林総合研究所）に引き継がれた儘「日本森林植生調査書」はついに纏まらずに書庫に眠っている」。実際には河田氏が寺崎（1925）の林学会誌の論文「本邦天然生林ノ森林調査法ニ就イテ」を参考にしながら、留学先で学んだ英国式の植生調査法（Tansley 1939）に準拠し、「国有天然林調査方法」（農林省山林局 1926）を書き上げたようである。しかしこの「国有天然林調査方法」に河田氏の著者名はない。今回発見された「小笠原森林調査書」（東京営林局 1939）の後書きには、調査時に山林局業務課兼務 東京営林局技手であった栗田氏が調査に関わった旨の記載があり、その後林業試験場の研究員となる栗田氏の国有天然林調査への現場での関わりが確認できる。

なお整理した古い資料の中に「国有天然林調査取纏要領」という表書きの山林局が発行したと思われる発行年不明の文書が残されており、山林局が取りまとめる資料の種類とその詳細な目次案が暫定案として示されている。それによれば、森林植生調査書、林況調査書、重要樹種分布調査書、植物目録（植物区系調査書）の4つが取りまとめられる予定であったことがわかる。その後、なぜ山林局で報告書が取りまとめられることなく、戦後になって資料が林業試験場に移されたのかは不明である。

なお農林省の昭和13年10月1日時点での職員録（農林大臣官房秘書課 1938）によると、山林局、営林局関係の研究者の名前が確認できる。これを見ると、戦後、「河田と栗田の意見齟齬して・・・」と著作に記述した早尾氏は当時の山林局業務課長として、青森営林局長（調査時）の河田氏、東京営林局（調査時）栗田氏の両者をよく知る立場だったことがわかる。同じく昭和13年の職員録には、当時、秋田営林局所属の四手井綱英氏（後の林業試験場雪害研究室長、京都大学林学科森林生態学講座教授）が応召中との記載があり、通常の森林管理や調査研究活動が難しくなっていくこの時代の困難さを表している。同じく職員録には林業試験場造林部嘱託員として牧野富太

郎氏、また施業部嘱託員として寺崎氏の名前があり、国有天然林調査に両名も関係する立場にいたことがわかる。

国有天然林調査の行われた1926年（昭和元年、大正15年と同じ年）から1939年（昭和14年）は、TansleyのAims and methods in the study of vegetation (1926) から The British Islands and their vegetation (1939) の出版時期に重なる (Tansley 1939, Tansley・Chipp 1926)。この時期には植生学に関して、ウプサラ学派のDu RietzやCajander、チューリッヒ・モンペリエ学派のBraun-Blanquetの主著が相次いで公開された (Braun-Blanquet 1928, Cajander 1926, Rietz 1936)。揺籃期にあった海外の植生学の3つの学派、英国学派、ウプサラ学派、チューリッヒ・モンペリエ学派のいずれが、戦後の日本で生き残ったかを考えると「河田と栗田の意見齟齬して」の内容がわかってくるのではないだろうか。早尾(1963)に意見齟齬してまとまらなかったと言われた両研究者の戦後の論文から齟齬の中身を推察してみる。河田氏は1953年に林業試験場研究報告に最後の論文を掲載し、その中に日本森林植生大群分布概念図を残している (河田・林 1953)。これは大正15年の「国有天然林調査方法」から一貫したTansley-Raunkiaerに準拠した相観と生活型に基づいた森林植生の認識を示している。一方、栗田氏は1955年に垂高山針葉樹林の生態学的研究で学位を取得して林業試験場から転出し、1957年から25年間、日本大学林学科の教授を務めた。この学位研究の内容は森林立地に4回にわたって掲載された (栗田 1982a, b, 1983a, b)。内容は戦後主流となったチューリッヒ・モンペリエ学派の群落調査法に基づく組成研究、群落分類である。言ってみれば両者の齟齬とは、植生調査自体がイギリス式の相観重視から、チューリッヒ・モンペリエ学派の組成表方式へと大きく転換された結果であると推察する。

河田氏の最後の論文 (河田・林 1953) の共著者である林弥栄氏は、林業試験場の植生研究室長や樹木研究室長を戦後に務めたにもかかわらず、早尾 (1963) の記述には出てこない。しかし林氏の主要論文である「日本産重要樹種の天然分布 針葉樹 (第一報、第二報、第三報)」 (林 1951, 1952, 1954) には、今回発見した営林局の報告書がほぼすべて引用されている。この林氏の論文は河田氏の昭和15年の著作 (河田 1940) を引き継ぐ内容で、河田氏と林氏の親密さを伺わせる。河田氏の亡くなる1955年の前年までは、林業試験場内に、この報告書の存在を知り利用する立場の林氏のような研究者が存在したことになる。栗田氏は当然、この報告書の存在を知っていたはずであるが、後の著作に報告書は直接引用されておらず、公表済みの文献のみを引用している (栗田 1982a)。しかし昭和25、26年度の林業試験場年報 (農林省林業試験場 1951, 1952) には河田、栗田、林の三氏が国有天然林植生調査の取りまとめ担当者であるとの記述が残っている。この時点では栗田氏もこの報告書全体を取りまとめる立場にいたことがわかる。

戦後、林氏の後に林業試験場植生研究室長となった草下正夫氏によれば、大正末期に各営林局に森林植生調査係が設けられ、河田氏が各営林局の植生調査に対する指導者になり、「世は植生を知らざれば林業人にあらずといってもいいすぎではない時代がやって来た」、と記述されている (草下 1954)。この草下氏の小論には、植生調査係として村井三郎氏・木村武松氏・佐伯直臣氏 (青森営林局)、栗田氏・高橋松尾氏 (東京営林局)、林氏 (林業試験場)、宮崎紳氏 (青森営林局、林業試験場)、和田豊洲氏・朝田盛氏 (高知営林局) など、その後活躍した研究者の名前が挙げられている。しかし第二次世界大戦を契機に、天然更新のための森林植生重視の機運は失われ、林野行政の中で森林植生重視の造林関係者は冷遇されたと草下 (1954) は述べている。ただ、冷遇された具体的な理由は述べられていない。戦後は植生調査係ではなく土壌調査係が各営林局に設けられ、後に林業試験場の場長となる大政正隆氏の指導の下、土壌調査が各営林局で盛んになされた。

このように天然林の生態調査が重視された時代が大正から昭和の始めにあったが、貴重な調査報告書は戦後に林野庁から林業試験場に移され、段ボール箱に眠ったまま森林総合研究所で保管されてきたことが明らかになった。これが今回発見された国有天然林調査報告書原本の由来である。

3.4 資料の保管状態

東京営林局の資料は綴じられた冊子体がほとんどで保存状態も比較的良いが、熊本営林局の資料は集計用紙や図表がクリップで留められ、森林群集ごとに封筒に袋詰めされている状態であった。クリップなどの金属は腐食が激しく、また紙質の悪い封筒はぼろぼろの状態であったので、熊本営林局の資料だけはクリップを取り除いて新しい封筒に入れ替えた。他の営林局でも冊子体の資料は問題が少なくないとはいえ、紙の劣化が進んで破れやすく、コピーやpdf化が簡単に行えるような状態ではない。全般に慎重な取扱が必要である。封筒に入れられた資料は折れ曲がりや汚れが多く、今後の科学的な研究利用のためのデジタル化に向けて保存対策が急務である。また大判の地図類は保管箱がなく、折りたたまれ、むき出し状態のまま痛みが激しいものもあるので、貴重な資料を研究に利用可能な状態で今後も保存していくための手立てが急務である。

3.5 今後の調査報告書原本の活用に向けて

古い資料を整理し、調査報告書の目録を整備したのは、650件を超える膨大な資料を研究利用するための第一歩である。調査報告書に含まれるデータに科学的価値が認められれば、デジタル化して具体的な森林研究に利用できる可能性が広がる。森林植生分布図だけでも、昭和初期の天然林分布を知る上で十分価値は高い。同様に写真帳

は、戦後の拡大造林期に失われたであろう天然林の外観を記録した貴重な資料である。生態概況調査票の名で残された大量の森林植生データは、現在の植物社会学の主流となった Braun-Blanquet の組成表方式 (Braun-Blanquet 1932) とは異なり、イギリスで行われていた Tansley 方式である (Tansley 1920)。植物社会学の被度階級を基本とした調査ではなく、abundant、frequent、rare など、大まかな植生量の区分を記載するものである。しかし、現在使われている被度階級に換算可能な定量的データであり、森林植生の歴史的変遷の検証など今後の研究への活用が期待できる。林況調査表 (毎木調査データ) は、膨大な量の幹直径と樹高のデータを含んでおり、例えば多くの日本産樹木の樹高曲線の研究に使えるのではないかと考える。精密調査として行われたコドラート調査とトランセクト調査は、ほぼ現在の森林生態学の研究手法に近く、膨大なデータは樹木の空間分布や樹型解析など、様々な研究アイデアの検証に使えると期待する。トランセクト図として描画された森林断面図と樹冠投影図はきわめて精細で樹型や枝張りが写実的に描画されている (Photo 6-2)。これも画像解析の新たな手法で樹型の樹種特性が解析できるのでと期待する。また八甲田山や栗駒山などの山岳地帯の調査地では森林限界附近の詳細な植生トランセクト図が残っており、気候変動に伴う森林植生帯の垂直変化が検証可能と考える。いずれにせよ紙ベースの数値データも画像データもデジタル化しないと研究者が利用できない。今後は営林局ないし地域ごとに、より詳細な報告書目録の作成、数値データのデジタル化、地図など画像データのジオリファレンス化により、多様な分野の研究者のデータ活用に道を開く必要がある。著者らはこの歴史的森林調査資料に興味を持つ研究者の方々と、デジタル化での協働や古いデータを解析する方法論も含め、共同研究を進めたいと考えている。

謝 辞

千葉県中央博物館図書室ならびに千葉県生物学会事務局 斎木健一氏には文献の入手でお世話になった。東京大学大学院農学生命科学研究科 根本正之氏には関連文献をご教授いただいた。元林業試験場植生研究室長 谷本丈夫氏には原稿に対し貴重なコメントを頂戴した。森林総合研究所群落動態研究室の非常勤職員、大鐘康子さんと細井雅子さんには、ほこりまみれの古い資料の整理を手伝っていただいた。ここに感謝する。

引用文献

- 青森営林局 (1935a) 岩手縣基準帯国有天然林植生概況. 青森営林局, 59 pp.
 青森営林局 (1935b) 宮城県山嶽地帯国有天然林植生概況. 青森営林局, 55 pp.
 青森営林局 (1936) 管内要覧 (昭和九年). 青森営林局, 284 pp.

- 青森営林局 (1937) 管内要覧 (昭和十年). 青森営林局, 311 pp.
 荒川 潔 (1931) 霧島山に於ける植物群落組成調査及び植生連続 (遷移) に關する考察. 熊本営林局, 74 pp.
 Braun-Blanquet J. (1928) Pflanzensozologie : Grundzüge der Vegetationskunde. Springer, 330 pp.
 Braun-Blanquet J. (1932) Plant sociology. translated, revised and ed by G.D. Fuller and H.S. Conard, McGraw Hill Publications, New York, 439 pp.
 Cajander A. K. (1926) Theory of forest types. Society for the Finnish Literary, 108 pp.
 Du Rietz G. E. (1936) Classification and nomenclature of vegetation units. 1930-1935. Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. 24, 489-503.
 藤島 信太郎 (1932) 東京営林局管内国有林 森林植生の類別. 林友, 204, 1-23.
 早尾 丑麿 (1963) 林政五十年 (一林業技術者の歩んだ道). 日本林材新聞社, 317-318 pp.
 林 弥栄 (1951) 日本産重要樹種の天然分布 針葉樹 (第1報). 林業試験場研究報告, 48, 1-240.
 林 弥栄 (1952) 日本産重要樹種の天然分布 針葉樹 (第2報). 林業試験場研究報告, 55, 1-251.
 林 弥栄 (1954) 日本産重要樹種の天然分布 針葉樹 (第3報). 林業試験場研究報告, 75, 1-173.
 河田 杰 (1940) 四季を通ずる降水量の配布状態がスギ、ヒノキの分布に及ぼす影響. 興林會, 95 pp.
 河田 杰・林 弥栄 (1953) 鹿島灘沿岸地方における2国有林の植物調査報告. 林業試験場研究報告, 63, 9-74.
 熊本営林局植生係 (1938) 管内国有天然林植生調査の概要 (二) 高隈山及霧島山の部. 熊本営林局, 88 pp.
 栗田 勲 (1933) 高原山森林植生の分布に就いて. 東京営林局報, 1, 16-36.
 栗田 勲 (1982a) 亜高山帯針葉樹林の生態学的研究 (I). 森林立地, 24(1), 1-9.
 栗田 勲 (1982b) 亜高山帯針葉樹林の生態学的研究 (II). 森林立地, 24(2), 7-15.
 栗田 勲 (1983a) 亜高山帯針葉樹林の生態学的研究 (III). 森林立地, 25(1), 31-37.
 栗田 勲 (1983b) 亜高山帯針葉樹林の生態学的研究 (IV). 森林立地, 25(2), 1-9.
 草下 正夫 (1954) 森林生態学の日本における発端と研究方針に關する第三者的批判. 千葉県植物誌 基礎資料, 4, 20-23.
 農林大臣官房秘書課 (1938) 農林省職員録. 農林大臣官房秘書課, 737 pp.
 農林省林業試験場 (1951) 研究所年報 昭和25年度. 農林省林業試験場, 184 pp.
 農林省林業試験場 (1952) 研究所年報 昭和26年度. 農林省林業試験場, 285 pp.
 農林省山林局 (1926) 国有天然林調査方法. 農林省山林局,

- 51 pp.
- 高橋 松尾 (1928) 北阿武隈地方の植生範型 (豫報). 林友, 166, 38-45.
- 高橋 松尾 (1932) 阿武隈高原方面 重要樹種の分布に関する調査. 林友 (附録), 205, 1-31.
- 高橋 松尾 (1935) 中部日本の森林植生 I. 植生の分類 (豫報). 日本林學會誌, 17, 935-961.
- 高橋 松尾・横幕 捨次郎 (1927) 植生調査に就いて. 林友, 154, 13-21.
- 高橋 松尾・横幕 捨次郎 (1928a) 植生調査に就いて (承前). 林友, 155, 48-54.
- 高橋 松尾・横幕 捨次郎 (1928b) 植生調査に就いて (承前). 林友, 158, 31-42.
- Tansley A. G. (1920) The classification of vegetation and the concept of development. *Journal of Ecology*, 8, 118-148.
- Tansley A. G. (1939) *The British islands and their vegetation*. Cambridge University Press, 930 pp.
- Tansley A. G. and Chipp T. F. (1926) Aims and methods in the study of vegetation. *British Empire Vegetation Committee and Crown Agents for the Colonies*, London, 383 pp.
- 館脇 操 (1957) 日本森林植生図譜 (II) 屋久島の森林植生. 北海道大学農学部学演習林研究報告, 18, 53-148.
- 館脇 操・三角 亨 (1957) 日本森林植生図譜 (III) 南九州の森林植生. 北海道大学農学部学演習林研究報告, 18, 149-207.
- 寺崎 渡 (1925) 本邦天然性林ノ森林調査法ニ就テ. 林学会雑誌, 32, 36-64.
- 東京営林局 (1939) 関東西部地方植生調査概報. 東京営林局報, 54, 1-94.
- 和田 豊洲・宮崎 榊・常石 雅實 (1939) 高知営林局管理国有林植生調査報告. 高知営林局, 217 pp.
- 渡邊 定元 (2002) 森林生態学と林業・林学との関わりの歴史. 森林科学, 36, 4-15.
- 渡邊 定元 (2003) 天然林施業技術の評価と課題. 日本林学会誌, 85, 273-281.

Table 1. 青森営林局管内の天然林調査報告書

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
1	大鰐、碓ヶ関	大鰐、碓ヶ関両事業区 植生調査説明書	調査説明書	1冊		植生類別表が主体で、調査地の記載や方法の記載はない
2	大鰐、碓ヶ関	大鰐碓ヶ関両事業区 写真帖	写真帳	1冊		
3	大鰐、碓ヶ関	大鰐トランセクト断面図 A 線	植生分布図	1枚		トランセクト調査の植生図と標準地の位置が入ったもの
4	大鰐、碓ヶ関	大鰐トランセクト断面図 C 線	植生分布図	1枚		同上
5	大鰐、碓ヶ関	大鰐碓ヶ関事業区 植生分布図 山林局	植生分布図	6枚		彩色の美しい植生分布図
6	大鰐、碓ヶ関	トランセクト平面図 青森営林局	植生分布図	5枚		碓ヶ関ベルトトランセクト A 線、B 線、大鰐ベルトトランセクト A 線、B 線、C 線の 5 枚。群叢ごとの彩色植生図
7	大鰐、碓ヶ関	大鰐碓ヶ関両事業区 植生概況調査票	植生調査簿	1冊	昭和 12 年	階層別の植生調査表、林小班名あり
8	大鰐、碓ヶ関	大鰐碓ヶ関両事業区 トランセクト 標準地 概況調査表	生態概況調査表	1冊	昭和 12 年	
9	大鰐、碓ヶ関	碓ヶ関トランセクト断面図 B 線	植生分布図	1枚		トランセクト調査の植生図と標準地の位置が入ったもの
10	大鰐、碓ヶ関	大鰐トランセクト断面図 B 線	植生分布図	1枚		トランセクト調査の植生図と標準地の位置が入ったもの
11	大鰐、碓ヶ関	大鰐・碓ヶ関及其ノ附近 地質図	地質図	1枚		群系ごとの彩色地質図
12	十和田	十和田国立公園地域（十和田湖・八甲田山地 方）植生調査説明書 植生調査係	調査説明書	1冊		青森営林局植生係と記載あり。八甲田山の森林の垂直分布について詳細な図があり
13	十和田	十和田国立公園 写真帖	写真帳	1冊		
14	十和田	十和田国立公園 植生分布図（重要）	植生分布図	2枚		彩色の美しい植生分布図。標準地の位置がすべて落ちてきているのできわめて重要な地 図。再調査が可能かもしれない。地質図も貴重
15	十和田	十和田国立公園（重要）トランセクト平面図 八甲田山登山道路線	植生分布図	1枚		彩色の美しいベルトトランセクト植生分布図。標準地の位置が落ちている
16	十和田	十和田国立公園 植生調査簿	植生調査簿	1冊		
17	十和田	十和田国立公園 生態概況調査票 青森営林局 植生調査係	生態概況調査表	1冊		階層別の植生調査表、林小班名なし
18	十和田	十和田国立公園 生態概況調査票	生態概況調査表	1冊		
19	十和田	トランセクト断面図 八甲田登山道路線	植生分布図	1枚		トランセクト調査の植生図と標準地の位置が入ったもの
20	十和田	八甲田山トランセクト標準地調査表	生態概況調査表	1冊	昭和 7 年	トランセクト調査地の生育概況調査表
21	深浦	深浦植生調査説明書	調査説明書	1冊		村井三郎技師調査
22	深浦	深浦事業区 写真帖	写真帳	1冊		
23	深浦	深浦事業区 植生分布図	植生分布図	1枚		群系ごとの彩色植生図（標準地の記載あり）
24	深浦	深浦事業区 植生概況調査票	植生調査簿	1冊	昭和 11 年	階層別の植生調査表、林小班名あり
25	深浦	深浦事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊		
26	田名部	田名部事業区 恐山園地 植生調査説明書	調査説明書	1冊		植生類別表が主体で、調査地の記載や方法の記載はないが、恐山周辺の植生分類と しては貴重
27	田名部	田名部事業区 恐山園地 植生写真帖	写真帳	1冊		

Table 1. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
28	田名部	田名部事業区 恐山園地 植生分布図	植生分布図	1枚		彩色の美しい植生分布図
29	田名部	田名部事業区 恐山園地 植生概況調査票	植生調査簿	1冊	昭和11年	階層別の植生調査表、林小班名あり
30	田名部	田名部事業区 恐山園地 植生調査簿	植生調査簿	1冊		植物群系ごとの大まかな住所や面積の一覧表
31	田名部	田名部事業区 トランセクト標準地調査表	生態概況調査簿	1冊	昭和12年	植生調査
32	五葉山	盛宮林署管内 五葉山園地 植生説明書	調査説明書	1冊		青森宮林局植生係と記載あり。植生類別表が主体で、調査地や方法の記載はない
33	五葉山	盛宮林署管内 五葉山園地 植生写真帳	写真帳	1冊		
34	五葉山	気仙沼事業区 4片之内第一片五葉山園地 植生分布図	植生分布図	1枚		彩色の美しい植生分布図。標準地の位置が落ちている
35	五葉山	五葉山 トランセクト断面図 A 線	植生分布図	1枚		トランセクト調査の植生図と標準地の位置が入ったもの
36	五葉山	トランセクト平面図 青森宮林局	植生分布図	2枚		五葉山ベルトランセクト A 線、B 線。群叢ごとの彩色植生図
37	五葉山	五葉山 トランセクト断面図 B 線	植生分布図	1枚		トランセクト調査の植生図と標準地の位置が入ったもの
38	五葉山	盛宮林署管内 五葉山園地 植生概況調査表	植生調査簿	1冊	昭和13年	植生調査、林班名、小班名有り
39	五葉山	盛宮林署管内 五葉山園地 トランセクト A・B 標準地概況調査表	生態概況調査表	1冊	昭和13年	トランセクト 200 m ごとに植生調査
40	五葉山	盛宮林署管内 五葉山園地 植物目録	植物目録	1冊	昭和13年	
41	盛岡、沼宮内	植生調査説明書 二冊之ノ内第二	調査説明書	1冊		盛岡事業区、花巻事業区 岳川流域地方、門間事業区、岩泉事業区、宮古事業区
42	盛岡、沼宮内	植生調査説明書 二冊之ノ内第一	調査説明書	1冊		沼宮内事業区南部、瀧澤事業区南部、雫石事業区北部、雫石事業区南部、紫波事業区
43	盛岡、沼宮内	植生調査写真帳 二冊の内一冊	写真帳	1冊		記載ないが岩手山、姫神山の写真
44	盛岡、沼宮内	基準帯内国有林位置図 植生分布図 トランセクト調査図	植生分布図	1冊		盛岡、岩泉、宮古周辺の植生分布図（標準地の番号と位置が植生図に記載されている）とトランセクト調査図（30枚）
45	盛岡、沼宮内	植生調査簿 青森宮林局	植生調査簿	1冊		岩手県内の植生調査簿
46	盛岡、沼宮内	国有天然林林況調査票 1	林況調査表	1冊	昭和5年	北上川以西
47	盛岡、沼宮内	国有天然林林況調査票 2	林況調査表	1冊	昭和4年	北上川以东
48	盛岡、沼宮内	生態概況調査票 1	生態概況調査表	1冊		北上川以西、沼宮内、雫石、紫波など
49	盛岡、沼宮内	生態概況調査票 2	生態概況調査表	1冊		北上川以东、盛岡、門間、岩泉など
50	盛岡、沼宮内	岩手県基準帯内植物目録	植物目録	1冊		標本は青森宮林局と盛岡高等農林に所蔵と記載、同定は牧野博士以下、錚々たる名前が記載されている
51	宮城県	加美事業区 植生調査説明書	調査説明書	1冊		植生類別表が主体で、調査地や方法の記載はない
52	宮城県	丸森事業区 植生調査説明書	調査説明書	1冊		同上
53	宮城県	玉造事業区 植生調査説明書	調査説明書	1冊		同上
54	宮城県	栗駒事業区 植生調査説明書	調査説明書	1冊		同上
55	宮城県	石巻事業区 植生調査説明書	調査説明書	1冊		同上

Table 1. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
56	宮城県	仙台事業区	植生調査説明書	1冊		同上
57	宮城県	白石事業区	植生調査説明書	1冊		同上
58	宮城県	本吉事業区	植生調査説明書	1冊		同上
59	宮城県	嶽山事業区	植生調査説明書	1冊		同上
60	宮城県	加美事業区	植生調査写真帖	1冊		
61	宮城県	岳山事業区	植生調査写真帳	1冊		
62	宮城県	玉造事業区	植生調査写真帳	1冊		
63	宮城県	石巻事業区	植生調査写真帖	1冊		
64	宮城県	白石事業区	植生調査写真帳	1冊		
65	宮城県	本吉事業区	植生調査写真帳	1冊		
66	宮城県	宮城縣内 國有天然林植生調査 トランセクト調査圖 其他	植生分布圖 トランセクト図	1冊	昭和10年	青森營林局管内図、山嶽林地方（栗駒、玉造、加美、岳山、白石各事業區）植生分布圖（標準地の番号と位置の記載あり）、トランセクト調査図（10枚、彩色） 天然林調査の結果の植生分布図で重要、同じ地図が2袋（2枚入り）有り
67	宮城県	宮城県山岳地帯 國有天然林植生概況附図	植生分布図	2袋		
68	宮城県	宮城県山岳林地方 植生調査林況調査票	林況調査表	1冊		
69	宮城県	加美事業区 植生調査 生態概況調査票	生態概況調査表	1冊		中身は生態概況調査表。階層別の植生調査表、林小班名なし、凡例の説明あり
70	宮城県	玉造事業区 植生調査 生態概況調査票	生態概況調査表	1冊		同上
71	宮城県	栗駒事業区 植生調査 生態概況調査票	生態概況調査表	1冊		同上
72	宮城県	白石事業区 生態概況調査表	生態概況調査表	1冊		植生調査
73	宮城県	本吉、石巻、仙台、丸森各事業区 生態概況調査表	生態概況調査表	1冊		同上
74	宮城県	嶽山事業区 生態概況調査表	生態概況調査表	1冊		同上
75	全域	青森營林局管内図	その他	4枚	昭和7年	第一片が1枚、第二片が2枚、第三片が1枚づつある

Table 2. 秋田営林局管内の天然林調査報告書

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
1	仁別	基準帯一内國有林位置圖 一葉在中	仁別植生圖	1 袋 2 枚		國有林位置圖は第一基準帯 秋田管内植生圖と同じ範囲の國有林を示した地図。昭和3年10月調査 営林局技師 岩崎準次郎の名入りの植生図
2	仁別	昭和3年度 秋田営林局 仁別調査區 (第一基準帯内) 植生調査簿 生態概況調査表 径級別高階別本数分配表 樹種別径級別本数分配表 樹別本数材積表	植生調査簿 林 1 冊 生態調査表	1 冊	昭和5年	各調査簿を1冊に閉じた冊子
3	仁別	昭和3年度 秋田営林局仁別調査區 植生側面図並二樹冠投影図	トランセクト図	1 冊	昭和3年	Aa-Bbの各群叢別のトランセクト図と樹冠投影図、残念ながら原図を写真に撮り貼っている。原図は1/20、写真は1/800との記載あり
4	上小阿仁	上小阿仁植生側面圖	トランセクト図	1 袋 図 8 枚		きわめて貴重なトランセクト図、樹冠投影図青焼き図、上小阿仁調査區 沖田面 藤沢 せうぶ澤 すぎ林、第一基準帯上小阿仁調査區 南澤 35 林班 ブナ、スギ、ミズナラ群叢、沖田面 21 林班スギ林群叢、沖田面 28 林班スギ林群叢、沖田面 60 林班ナラクラリ群叢、萩形 1 林班ブナ、ミヅナラ、スギ群叢、萩形 6 林班ブナ群叢、萩形 6 林班スギ林群叢
5	男鹿	五城目 昭和4年度 男鹿 五城目調査區 植生側面圖並二樹冠投影圖	トランセクト図	1 冊	昭和5年	各群叢別のトランセクト図と樹冠投影図、残念ながら原図を写真に撮り貼っている。原図は1/200、写真は1/800と思われる。秋田営林局長から山林局長に送付した際の回覧公文書付、其の文書に同封した書類の一式が記載されている。1. 男鹿五城目調査區植生調査書、2. 植生調査簿、生態概況調査表 (各々一部宛)、3. 男鹿調査區及五城目調査區植生図各々一部宛)、4. 植生側面圖 (二十一葉)、基準帯 (一) 内管内國有林位置圖 (一葉)
6	男鹿	五城目 男鹿五城目調査區 昭和4年度 植生調査簿 並二生態概況調査表	植生調査簿 生態概況調査表	1 冊	昭和5年	ほとんどが生態調概況表、林班名あり、トランセクトの場所の説明あり
7	檜木内、神代、玉川	事業区 39 へ ナラ クリ群叢)	林況調査表	数 10 枚		製本が壊れて表紙がない。中身は樹種別直径階分布表、神代、檜木内、玉川の各國有林
8	檜木内、神代、玉川	表紙無し (中身は生態概況調査簿：東北地方スギ・ミズナラ・ブナ・ネズコ群系 スギ群叢 神代事業區 6 林班い)	生態概況調査表	数 10 枚		製本が壊れて表紙がない。中身は生態概況調査簿、階層別種別の優占度表。神代、檜木内、玉川の各國有林
9	檜木内、神代、玉川	秋田営林局 檜木内、神代、玉川事業區 植生分布圖	植生分布圖	1 袋 1 枚		第一基準帯 秋田管内植生圖：國有林名と林班名が入った彩色の植生図。国土地理院の五万分の一の地図を20枚ほどつなぎ合わせた地図だが、國有林名が入っているもので貴重。大きさが1.8 m x 1.8 m くらいあるので開くのもスキャンするのも大変と思われる
10	檜木内、神代、玉川	植生側面圖列びに樹冠投影圖 五葉	トランセクト図	5 枚		きわめて貴重なトランセクト図、樹冠投影図原図、第一基準帯、神代調査區神代 62 林班、39 林班 ナラ、クリ群叢、玉川調査區 玉川 24 林班ブナ群叢、檜木内調査區檜木内 38 林班 スギ林 群叢、仙北郡中川村 アカマツ群叢
11	全域	秋田営林局管内図	その他	10 数枚	昭和4年	第一片が4枚、第二片が9枚ある

Table 3. 東京営林局管内の天然林調査報告書

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
1	阿武隈高原方面	阿武隈高原方面 森林植生調査書	植生調査書	1冊	昭和7年	
2	阿武隈高原方面	阿武隈高原方面 森林植生調査書	調査説明書	1冊	昭和7年	第4章生態概況調査
3	阿武隈高原方面	阿武隈高原方面 森林植生調査書	植生調査書	1冊	昭和7年	昭和2-4年に調査、栗田勲の名前あり
4	阿武隈高原方面	阿武隈高原方面 森林植生分布図	植生分布図	1冊		群叢ごとの森林植生図
5	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其一 原町営林署 中村事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
6	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其二 原町営林署 新館事業区及び福島営林署信夫事業区一部 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
7	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其三 原町営林署 原町事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Ac-Ad, Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
8	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其四 江営林署 津島事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
9	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其五 江営林署 大堀事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Ac, Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
10	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其六 山営林署 三春事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Da-Dd, Ee の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
11	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其七 岡営林署 野上事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Ac, Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
12	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其八 岡営林署 富岡事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Ac, Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
13	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其九 岡営林署 上小川事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Ac, Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
14	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其十 山営林署 郡山事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
15	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其十一 平営林署 永戸事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
16	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其十二 石川営林署 石川事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
17	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其十三 植田町営林署 鮫川事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Ac-Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
18	阿武隈高原方面	東京営林局 阿武隈高原方面調査区 其十四 棚倉営林署 那倉事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2-4年	群叢 Da-Dd の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
19	阿武隈高原方面	阿武隈高原方面 重要樹種の分布調査 東京営林局	樹種分布図	2冊	昭和7年	河田の国有天然林調査方法にしたがって調査した結果の一部、阿武隈方面についてのとりまとめ

Table 3. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
20	阿武隈高原方面	附表第一 阿武隈高原方面調査区 形別事業区別 植物現出表	植生調査簿	1冊	昭和7年	植物の出現頻度のとりまとめ表
21	阿武隈高原方面	附表第二 阿武隈高原方面調査区 群叢別 平均頻度 常現度一覽表	植生調査簿	1冊	昭和7年	植物の出現頻度の群叢別とりまとめ表
22	阿武隈高原方面	東京營林局 阿武隈高原方面調査区 簿 Cc カシ類 コナラ モミ群叢	林況調査表	1冊	昭和2年	阿武隈高原方面調査区 其ノ十三 鮫川事業区 Cc カシ類 こなら もみ 植物群叢 林況調査表 鮫川 144 林班 優從喬木樹種別本数分配表 優從喬木樹種別材積表 樹種別径級別本数分配表 樹種別樹高階別本数分配表
23	阿武隈高原方面	東京營林局 阿武隈高原方面調査区 簿 D(b) アカマツ コナラ クリ 群叢途中相	林況調査表	1冊	昭和2-4年	阿武隈高原方面調査区 其ノ十 郡山事業区、福島県田村郡二瀬村大字栃木字河国有林 55 ろ、54 い
24	阿武隈高原方面	東京營林局 阿武隈高原方面調査区 簿 D(c) コナラ クリ イヌブナ ケヤキ群叢途中相	林況調査表	1冊	昭和2-4年	阿武隈高原方面調査区 其ノ十一 永戸事業区
25	阿武隈高原方面	東京營林局 阿武隈高原方面調査区 簿 Da モミ イヌブナ コナラ クリ ケヤキ群叢	林況調査表	1冊	昭和2-4年	阿武隈高原方面調査区 其ノ一 中村事業区 Da もみ いぬぶな こなら くり けやき 植物群叢 林況調査表 中村事業区 11 い 1 優從喬木樹種別本数分配表 優從喬木樹種別材積表 樹種別径級別本数分配表 樹種別樹高階別本数分配表 其ノ二 新館事業区 ニッ森国有林 71 は、其ノ七 福島県双葉郡大野村字野上国有林 15 林班、30 林班、其ノ八 富岡国有林 福島県双葉郡木戸村大字山田岡字？坂国有林 83 い、其ノ九 上小川事業区 Da4 もみ いぬぶな こなら くり けやき 植物群叢 林況調査表、其ノ十一 永戸事業区 福島県石城郡永戸村字北江田坂国有林 二林班ヨリ三林班に互ル、其ノ十二 石川事業区 32 Da、其ノ十三 鮫川事業区
26	阿武隈高原方面	東京營林局 阿武隈高原方面調査区 簿 Db アカマツ コナラ クリ 群叢途中相	林況調査表	1冊	昭和2-4年	阿武隈高原方面調査区 其ノ二 新館事業区、Db4 福島県相馬郡新館村大字沢平字沼江 国有林 55 ろ、54 い、其ノ四 津島事業区 8 い、Db3、其ノ七 野上事業区 福島県双葉郡大野村字拓離場国有林 43 林班 Db2、其ノ八 富岡事業区 福島県双葉郡川内村大字下川内宮坂国有林 28 ろ Db、其ノ九 上小川事業区 Db
27	阿武隈高原方面	東京營林局 阿武隈高原方面調査区 簿 Da&c Da ト Dc トノ推移相群叢	林況調査表	1冊	昭和2-4年	阿武隈高原方面調査区 其ノ三 原町事業区 25 い 1、福島県相馬郡石神村、其ノ四 津島事業区 50 ろ、其ノ五 大堀事業区 72 い、其ノ九 上小川事業区、其ノ十三 鮫川事業区
28	阿武隈高原方面	東京營林局 阿武隈高原方面調査区 簿 Db&c Db ト Dc トノ推移相群叢	林況調査表	1冊	昭和2-4年	阿武隈高原方面調査区 其ノ十四 倉事業区 21 に、Db&c 植物群叢
29	阿武隈高原方面	東京營林局 阿武隈高原方面調査区 簿 Dc コナラ クリ イヌブナ ケヤキ群叢	林況調査表	1冊	昭和2-4年	阿武隈高原方面調査区 其ノ二 新館事業区、Dc4 福島県相馬郡新館村大字小宮萱刈庭 37、全長 1896 m 幅 6 m、Beltransect 内の材積計算トス、其ノ十一 永戸事業区 Dc12、福島県石城郡三阪村字館下国有林 42 林班ろ小班 Dc12、其ノ十三 鮫川事業区 Dc、其ノ十四 倉事業区 Dc
30	阿武隈高原方面	東京營林局 阿武隈高原方面調査区 簿 Dd コナラ クリ クヌギ カシワ退化的群叢	林況調査表	1冊	昭和2-4年	阿武隈高原方面調査区 其ノ二 新館事業区、Dc4 福島県相馬郡新館村大字小宮萱刈庭 27 ろ、其ノ四 津島事業区 23 ろ、其ノ三 三春事業区 Dd、福島県田村郡都路村大字古道字 国有林 33 い
31	阿武隈高原方面	東京營林局 阿武隈高原方面調査区 簿 Ee ブナ ネズコ サワラ ヒバ マツ群叢	林況調査表	1冊	昭和2-4年	阿武隈高原方面調査区 其ノ三 三春事業区 Ee、福島県田村郡山根村大字早稲川字大滝国有林 60 林班へ、と小

Bulletin of FFPRI, Vol.19, No.3, 2020

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
32	阿武隈高原方面	東京営林局 東海沿岸林ノキ 群叢 Ad クロマツ ヤブニケイクス	阿武隈高原方面調査区 林況調査表	1 冊	昭和 3 年	阿武隈高原方面調査区 其ノ三原町事業区 林況調査表 相馬郡磯部村大洲国有林
33	阿武隈高原方面	東京営林局 町営林署 中村事業区	阿武隈高原方面調査区 其一 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	Da1-Dd9 までの全層での生育状況調査
34	阿武隈高原方面	東京営林局 町営林署 新館事業区及び福島営林署信夫事業区一部	阿武隈高原方面調査区 其二 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	Da-Dd までの全層での生育状況調査
35	阿武隈高原方面	東京営林局 町営林署 原町事業区	阿武隈高原方面調査区 其三 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	Da1-Dd6, Ac1-Ac4 までの全層での生育状況調査
36	阿武隈高原方面	東京営林局 江営林署 津島事業区	阿武隈高原方面調査区 其四 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	Da&c1-Dd14 までの全層での生育状況調査
37	阿武隈高原方面	東京営林局 江営林署 大堀事業区	阿武隈高原方面調査区 其五 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	Da1-Dd, Ac までの全層での生育状況調査
38	阿武隈高原方面	東京営林局 山営林署 三春事業区	阿武隈高原方面調査区 其六 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	Da1-Dd, Ee までの全層での生育状況調査
39	阿武隈高原方面	東京営林局 岡営林署 野上事業区	阿武隈高原方面調査区 其七 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	群叢 Ac, Da-Dd までの全層での生育状況調査
40	阿武隈高原方面	東京営林局 岡営林署 富岡事業区	阿武隈高原方面調査区 其八 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	群叢 Ac, Da-Dd までの全層での生育状況調査
41	阿武隈高原方面	東京営林局 山営林署 郡山事業区	阿武隈高原方面調査区 其十 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	群叢 Da-Dd までの全層での生育状況調査
42	阿武隈高原方面	東京営林局 平営林署 永戸事業区	阿武隈高原方面調査区 其十一 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	群叢 Da-Dd までの全層での生育状況調査
43	阿武隈高原方面	東京営林局 石川営林署 石川事業区	阿武隈高原方面調査区 其十二 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	群叢 Da-Dd までの全層での生育状況調査
44	阿武隈高原方面	東京営林局 植田町営林署	阿武隈高原方面調査区 其十三 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	群叢 Ac-Da-Dd までの全層での生育状況調査
45	阿武隈高原方面	東京営林局 棚倉営林署	阿武隈高原方面調査区 其十四 生態概況調査表	1 冊	昭和 2 - 4 年	群叢 Da-Dd までの全層での生育状況調査
46	阿武隈高原方面	附表第四 阿武隈高原方面調査区 精密調査(コードラート統計) 調査地ノ植物種ノ差別表	その他	1 冊	昭和 7 年	精密調査区での種別の出現個体数のとりまとめ表、高橋松尾の署名あり
47	阿武隈高原方面	附表第三 阿武隈高原方面調査区 植物区系表	その他	1 冊	昭和 7 年	植物リスト、生活型、地理分布など
48	白田事業区	白田事業区調査材料入 植生 岡部	コードラート図	1 袋		封筒 1 袋に、野帳五冊分、コードラート図 25 調査野帳とコードラート図多数、毎木調査、稚樹調査、植生調査の手書き原簿、東京営林局 白田調査区 森林調査簿と関係があるかもしれないが中身の照合はできていない
49	白田調査区	東京営林局 白田調査区 森林調査簿	植生調査簿	1 冊		林班名、小班名はあるが林班の面積と概要だけで植生や森林のデータではない。信濃、南佐久の国有林の森林簿？河田の天然林調査法とは直接関係ないかもしれない

Table 3. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
50	越後村上地方	越後村上 森林植生調査書	植生調査書	1冊	昭和13年	
51	越後村上地方	越後村上地方調査区 写真帳	写真帳	1冊	昭和13年	
52	越後村上地方	東京營林局 越後村上地方調査区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和12年頃	群叢ごとの植生概況記載、備考に標準値の林小班名あり、年月日もあり
53	越後村上地方	越後村上地方調査区 樹種分布表	樹種分布図	1冊		
54	越後村上地方	東京營林局 越後村上地方調査区 林況調査簿	林況調査表	1冊		中身は群叢ごとと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
55	越後村上地方	東京營林局 越後村上地方調査区 生態概況調査簿 (一)	生態概況調査表	1冊	昭和12年頃	群叢ごとと樹種別、生育状況表 (f, r, ovr) などの記載) 備考に標準値の林小班名あり、年月日もあり
56	越後村上地方	東京營林局 越後村上地方調査区 生態概況調査簿 (二)	生態概況調査表	1冊	昭和12年頃	群叢ごとと樹種別、生育状況表 (f, r, ovr) などの記載) 備考に標準値の林小班名あり、年月日もあり
57	越後村上地方	東京營林局 越後村上地方調査区 森林植生分布図	植生分布図	1枚		
58	越後村上地方	越後村上地方調査区 コードラート計算表	その他	1冊		
59	越後村上地方	東京營林局 越後村上地方調査区 植物目録	植物目録	1冊		科別の植物目録
60	会津南部地方	会津南部 森林植生調査書	植生調査書	1冊	昭和14年	高橋松尾の名前あり
61	会津南部地方	会津南部地方調査区 写真帖 昭和14年3月 東京營林局	写真帳	1冊		外された写真、切り取られた写真あり
62	会津南部地方	会津南部地方調査区 森林植生分布図 (只見・山口両事業区110856ヘクタール)	植生分布図	1枚		A0版? 彩色森林植生図
63	会津南部地方	東京營林局 会津南部地方調査区 只見事業区 植生調査簿 (完)	植生調査簿	1冊	昭和5-7年	群叢 E-G の群集ごとと面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
64	会津南部地方	会津南部地方調査区 樹種分布表	樹種分布表	1冊		
65	会津南部地方	東京營林局 会津南部地方調査区 山口営林署 山口事業区 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和5-7年	De 南會津郡館岩村宮里帝釋山国有林20は、Ef, Fdも国有林名あり。群叢ごとと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
66	会津南部地方	東京營林局 会津南部地方調査区 只見事業区 生態概況調査簿 (完)	林況調査表	1冊	昭和5-7年	群叢 E-G までの全層での生育状況調査
67	会津南部地方	東京營林局 会津南部地方調査区 山口事業区 生態概況調査簿 (完)	林況調査表	1冊	昭和5-7年	群叢 D-G までの全層での生育状況調査
68	会津南部地方	会津南部地方調査区 コドラート計算表	その他	1冊		
69	関東西部地方	関東西部地方 植生調査 写真帳	写真帳	1冊		記載なし
70	関東西部地方	関東西部地方調査区 群叢事業区別常現種一覧表	その他	1冊	昭和6-8年	常在種一覧表だが中身はまだ不明、
71	関東西部地方	関東西部地方調査区 群叢別植物現出表	その他	1冊		D6-F までの群集別出現種リスト (エンングラー配列)

Table 3. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
72	関東西部地方	関東西部地方調査区 De コナラ クリ イヌ プナ ケヤキ群 林況調査簿 (一)	林況調査表	1冊	昭和 6-8 年	1: 優従喬木樹種別本数材積表、2: 優従喬木樹種別径級別本数分配表、3: 優従喬木樹種別高階別本数分配表、4: 径級別高階別本数分配表、林班名有り
73	関東西部地方	関東西部地方調査区 Dd コナラ クリ クス ギ カシワ退化的群 林況調査簿 (二)	林況調査表	1冊	昭和 6-8 年	1: 優従喬木樹種別本数材積表、2: 優従喬木樹種別径級別本数分配表、3: 優従喬木樹種別高階別本数分配表、4: 径級別高階別本数分配表、林班名有り
74	関東西部地方	関東西部地方調査区 De ツガ イヌブナ モ ミ群 林況調査簿 (三)	林況調査表	1冊	昭和 8 年	1: 優従喬木樹種別本数材積表、2: 優従喬木樹種別径級別本数分配表、3: 優従喬木樹種別高階別本数分配表、4: 径級別高階別本数分配表、5: 枯死木径級別高階別本数分配表、林班名有り
75	関東西部地方	関東西部地方調査区 Ea ミズナラ ダケモミ 群 林況調査簿 (四)	林況調査表	1冊	昭和 6 年	1: 優従喬木樹種別本数材積表、2: 優従喬木樹種別径級別本数分配表、3: 優従喬木樹種別高階別本数分配表、4: 径級別高階別本数分配表、林班名有り
76	関東西部地方	関東西部地方調査区 特殊群 林況調査簿 (五)	林況調査表	1冊		
77	関東西部地方	東京営林局 関東西部地方調査区 コードロー ト計算表	その他	1冊	昭和 6-9 年	各種の各コードローでの出現数?出現頻度の計算の一覧表
78	関東西部地方	関東西部地方調査区 植物目録	植物目録	1冊		
79	関東西部地方	関東西部地方調査区 気候諸表	その他	1冊		1901 - 1920 年の気候
80	関東地方西部	東京営林局 関東地方西部調査区 高崎営林署 其ノ一椎木事業区 植生調査簿 (一)	植生調査簿	1冊	昭和 6 年	森林群叢ごとの面積の一覧表
81	関東地方西部	東京営林局 関東地方西部調査区 高崎営林署 其ノ二下仁田事業区 植生調査簿 (二)	植生調査簿	1冊	昭和 8 年	同上
82	関東地方西部	東京営林局 関東地方西部調査区 秩父営林署 其ノ三秩父事業区 植生調査簿 (三)	植生調査簿	1冊	昭和 6 年	同上
83	関東地方西部	関東西部地方調査区 樹種分布一覽表	樹種分布表	1冊		
84	関東地方西部	東京営林局 関東地方西部調査区 高崎営林署 其ノ一椎木事業区 生態概況調査簿 (一)	生態概況調査表	1冊	昭和 6 年	森林群叢ごとの層別の植生調査表
85	関東地方西部	東京営林局 関東地方西部調査区 高崎営林署 其ノ二下仁田事業区 D 群系 生態概況調査簿 (二)	生態概況調査表	1冊	昭和 8 年	同上
86	関東地方西部	東京営林局 関東地方西部調査区 高崎営林署 其ノ二下仁田事業区 EF 群系 生態概況調査簿 (三)	生態概況調査表	1冊	昭和 8 年	同上
87	関東地方西部	東京営林局 関東地方西部調査区 秩父営林署 其ノ三秩父事業区 生態概況調査簿 (四)	生態概況調査表	1冊	昭和 6 年	同上
88	関東地方西部	関東地方西部地方調査区 コドラート図	コドラート図	1冊	昭和 6 年	国有林名あり、12 ページ
89	関東地方西部	関東西部地方調査区 トランセクト図	トランセクト図	1冊		
90	関東地方西部	関東西部地方調査区 気候圖	気候図	1冊		手書き?
91	関東地方西部	関東地方西部地方調査区 地質図	地質図	1枚		
92	小笠原諸島	小笠原諸島調査区 森林植生調査書	植生調査書	1冊	昭和 14 年	栗田勲の名前あり
93	小笠原諸島	小笠原諸島 植生図	植生分布図	1枚		小笠原植生図重要

Table 3. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
94	小笠原諸島	東京営林局 小笠原諸島調査区 小笠原事業区 植生調査簿 (完)	植生調査簿	1冊	昭和10年	林班名、小班名有り
95	小笠原諸島	東京営林局 小笠原諸島調査区 小笠原事業区 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和10年	本数、径級別樹高別調査簿、林班名、小班名有り
96	小笠原諸島	東京営林局 小笠原諸島調査区 小笠原事業区 生態概況調査簿 (一)	生態概況調査表	1冊	昭和10年	海岸林の植生調査、林班名、小班名有り
97	小笠原諸島	東京営林局 小笠原諸島調査区 小笠原事業区 生態概況調査簿 (二)	生態概況調査表	1冊	昭和10年	山岳林其の一の植生調査、林班名、小班名有り
98	小笠原諸島	東京営林局 小笠原諸島調査区 小笠原事業区 生態概況調査簿 (三)	生態概況調査表	1冊	昭和10年	山岳林其の二の植生調査、林班名、小班名有り
99	小笠原諸島	東京営林局 小笠原諸島調査区 表 並 総括表	その他	1冊 16ページ		
100	那須塩原方面	那須塩原方面調査区 其の3 林植生調査書	植生調査書	1冊		
101	那須塩原方面	那須塩原方面調査区 矢板事業区 写真帳	写真帳	1冊		
102	那須塩原方面	東京営林局 那須塩原方面調査区 其の三 矢板事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和7年	群叢 D-F の群集ごとと面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載している
103	那須塩原方面	高原山森林植生分布図 (第四圖)	植生分布図	1枚		(房総方面調査区 (其之一) 筒森事業区 森林植生分布図と同じ封筒に入っている
104	那須塩原方面	那須塩原方面調査区 矢板事業区 重要樹種分布図	重要樹種分布図	1冊 大判		
105	那須塩原方面	那須塩原方面調査区 矢板事業区 重要樹種頻度常現度表	その他	2冊	昭和8年	種別、群集別に出現種の優占度の範囲と頻度を1-5を記述した一覧表
106	那須塩原方面	那須塩原方面調査区 矢板事業区 重要樹種分布表	重要樹種分布表	1冊	昭和7年	階層別、群集別に出現種の優占度を記述した一覧表
107	那須塩原方面	東京営林局 那須塩原方面調査区 其ノ三 板営林署 矢板事業区 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和7年	群叢ごとと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
108	那須塩原方面	東京営林局 那須塩原方面調査区 其ノ三 板営林署 矢板事業区 生態概況調査簿	生態概況調査表	1冊	昭和7年	群叢 E-F までの全層での生育状況調査
109	那須塩原方面	那須塩原方面調査区 矢板事業区 トランセクト図	コドラート図、トランセクト図	1冊 12ページ	昭和5年	国有林名あり
110	那須塩原方面	那須塩原方面調査区 矢板事業区 植物区系	植物目録	1冊	昭和7年	科別の種リストに分布域と生活型を記述した一覧表
111	日光鬼怒川方面	日光鬼怒川方面調査区 森林植生分布図	植生分布図	1枚		
112	日光鬼怒川方面	日光鬼怒川調査区 樹種分布図 其三 -61 ラ-95 コバノトネリコ	重要樹種分布図	40枚ほど		樹種分布図
113	日光鬼怒川方面	日光鬼怒川調査区 樹種分布図 其二 -31 カンバ-60 ヤマナシ	重要樹種分布図	40枚ほど		同上
114	日光鬼怒川方面	東京営林局 日光鬼怒川方面調査区 署 其一 鬼怒川事業区 植生調査簿 (一)	植生調査簿	1冊	昭和7年	群叢 D-G の群集ごとと面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載している

Table 3. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
115	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 其二 宇都宮事業区 植生調査簿 (二)	植生調査簿	1 冊	昭和 7 年	群叢 D-G の群集ごとと面積ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある
116	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 林況調査簿 (一) Db アカマツ コナラ クリ群叢	林況調査表	1 冊	昭和 7 年	D84 栃木県河内郡篠井村大字篠井字金山国有林 11 は、群叢ごと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
117	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 林況調査簿 (九) Fd アオモリトドマツ 群叢	林況調査表	1 冊	昭和 7 年	Fd 栃木県塩谷郡栗山村大字川俣字鬼怒沼国有林 116 い、群叢ごと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
118	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 林況調査簿 (五) Ea ミズナラ ダケモミ 群叢	林況調査表	1 冊	昭和 7 年	Ea 栃木県塩谷郡栗山村大字野門字富士見國有林 120 い、栃木県上野郡日光町大字久次良字荒沢国有林 15 は 2、群叢ごと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
119	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 林況調査簿 (三) Dd コナラ クリ スギ カシワ退化的群叢	林況調査表	1 冊	昭和 7 年	Dd 栃木県塩谷郡三依村大字横川字男鹿山国有林 40 い、栃木県塩谷郡大沢村大字猪ノ倉字倉掛国有林 5 い、群叢ごと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
120	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 林況調査簿 (四) De ツガ モミ イヌブナ群叢	林況調査表	1 冊	昭和 7 年	De 栃木県塩谷郡藤原村大字大原字三石国有林 1 ろ、栃木県上野郡日光町大字細尾字薬師岳国有林 17 い、群叢ごと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
121	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 林況調査簿 (七) Ef アナ群叢	林況調査表	1 冊	昭和 7 年	Ef 栃木県塩谷郡栗山村大字湯西川字男湯川山国有林 65 に、栃木県塩谷郡栗山村大字川俣字鬼怒沼国有林 65 に群叢ごと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
122	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 林況調査簿 (十) 特殊群叢	林況調査表	1 冊	昭和 7 年	栃木県塩谷郡藤原村大字藤原字立原国有林 8 へ、群叢ごと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
123	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 林況調査簿 (二) Dc コナラ クリ イヌブナ ケヤキ群叢	林況調査表	1 冊	昭和 7 年	Dc 栃木県塩谷郡三俣村大字中三俣字太郎岳国有林 56 へ、栃木県塩谷郡栗山村大字日陰字三本嶺国有林 94 に、栃木県塩谷郡藤原村ア青あさ藤原字立原国有林 7 か、群叢ごと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
124	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 林況調査簿 (八) Fa コメツガ タウヒ サウシカンバ群叢	林況調査表	1 冊	昭和 7 年	Fa 栃木県塩谷郡栗山村大字川俣字鬼怒沼国有林 116 い、栃木県塩谷郡栗山村大字川俣字鬼怒沼国有林 125 へ群叢ごと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
125	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 林況調査簿 (六) Ee ブナ ネズコ サワラ ヒバ ヒメコマツ群叢	林況調査表	1 冊	昭和 7 年	Ee 栃木県塩谷郡三依村大字横川字男鹿山国有林 37 い、群叢ごと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
126	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 其二 宇都宮事業区 生態概況調査簿 (三)	生態概況調査表	1 冊	昭和 7 年	群叢 D-G までの全層での生育状況調査
127	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 其一 鬼怒川事業区 生態概況調査簿 (一)	生態概況調査表	1 冊	昭和 7 年	群叢 Da-De までの全層での生育状況調査
128	日光鬼怒川方面	東京營林局 日光鬼怒川方面調査区 今市営林 署 其一 鬼怒川事業区 生態概況調査簿 (二)	生態概況調査表	1 冊	昭和 7 年	群叢 E-G までの全層での生育状況調査
129	八ヶ岳山麓	八ヶ岳山麓 森林植生調査書	植生調査書	1 冊		

Table 3. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
130	房総方面	房総方面調査区(其ノ一) 筒森事業区 森林 植生調査書	植生調査書	1冊		調査年月日や調査者の名前がある。標準値の林班名もあり、調査方法も詳しい記載がある。本調査は山林局編「國有天然林調査方法」に準拠しと記載されている。目次の後に付属書の図、簿、表、写真の記載があり重要
131	房総方面	房総方面地方調査区(其の1) 筒森事業区 写真帳	写真帳	1冊		
132	房総方面	房総方面調査区(其之一) 筒森事業区 森林 植生分布図 全 縮尺二万分之一	植生分布図	1枚		
133	房総方面	房総方面調査区(其之一) 筒森事業区 重要 樹種分布図 五万分之一	重要樹種分布図	1冊 49 ページ		樹種ごとの分布図
134	房総方面	房総方面調査区(其之一) 筒森事業区 重要 樹種分布表	重要樹種分布表	1冊 4 ページ		
135	房総方面	房総方面調査区(其之一) 筒森事業区 トラ ンセクト図 コドラート図	トランセクト図、 コドラート図	1冊 15 ページ	昭和 8 年	
136	房総方面	筒森事業区資料	その他	多数枚		植生調査野帳の原簿そのまま。群叢名と林小班名が記載してある
137	房総方面	東京営林局 房総方面調査区 其ノ一 千葉営 林署 筒森事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和 8 年	群叢ごとの植生概況記載
138	房総方面	東京営林局 房総方面調査区 其ノ一 千葉営 林署 筒森事業区 常現度一覽表	その他	1冊	昭和 8 年	群叢別の種ごとの出現強度
139	房総方面	東京営林局 房総方面調査区 其ノ一 千葉営 林署 筒森事業区 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和 8 年	中身は群叢ごとと樹種別本数、材積表、樹種別径級別本数分配表、樹種別高階別本数分配表、樹種別径級別高階別本数分配表
140	房総方面	東京営林局 房総方面調査区 其ノ一 千葉営 林署 筒森事業区 生態概況調査簿	生態概況調査表	1冊	昭和 8 年	群叢ごとと樹種別、生育状況表 (f, r, ovr などの記載)
141	房総方面	東京営林局 房総方面調査区 其ノ一 筒森事 業区 植物区系	植物目録	1冊		植物名一覧に分布域が記載されている(樺太から台湾までの範囲で)
142	房総方面	筒森事業区 銚子海岸保安林	その他	1袋	昭和 8 年 頃	「銚子海岸林の構造と更新に就いて」という題名の原稿である。すでに公刊されて いれば価値は低いが、何も公刊されていないならば保存。原稿多数枚、地図 3 枚?
143	妙高戸隠山系	妙高戸隠山系調査区 森林植生調査書	植生調査書	1冊	昭和 12 年	調査年月日や調査者の名前がある。標準値の林班名もあり、調査方法も詳しい記載がある。本調査は山林局編「國有天然林調査方法」に準拠しと記載されている。目次の後に付属書の図、表の記載があり重要
144	妙高戸隠山系	妙高戸隠山系調査区 寫真帖	写真帳	1冊		
145	妙高戸隠山系	妙高戸隠山系調査区 妙高姫川戸隠事業区 森 林植生分布地図	植生分布図	1枚		大判
146	妙高戸隠山系	東京営林局 妙高戸隠山系調査区 高田大町長 野営林署 其一 妙高事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和 11 年	
147	妙高戸隠山系	東京営林局 妙高戸隠山系調査区 高田大町長 野営林署 其二 姫川事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和 11 年	
148	妙高戸隠山系	東京営林局 妙高戸隠山系調査区 高田大町長 野営林署 其三 戸隠事業区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和 11 年	
149	妙高戸隠山系	妙高戸隠山系調査区 妙高、姫川、戸隠事業区 樹種分布表	重要樹種分布表	1冊	昭和 11 年	樹種分布表

Table 3. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
150	妙高戸隠山系	東京営林局 妙高戸隠山系調査区 高田大町長 野営林署 妙高姫川戸隠事業区 ID 温帯性低 山地帯植生 モミ・アカマツ・イヌブナ・コナラ・ クリ・クスギ・ケヤキ群系 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和11 年	
151	妙高戸隠山系	東京営林局 妙高戸隠山系調査区 高田大町長 野営林署 妙高姫川戸隠事業区 II E 温帯性 中山地帯植生 ブナ・ミヅナラ・ダケモミ群系 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和11 年	
152	妙高戸隠山系	東京営林局 妙高戸隠山系調査区 高田大町長 野営林署 妙高姫川戸隠事業区 III F 亜寒帯 性高山地帯植生 コメツガ・シラベ・アオモリ トドマツ・タウヒ・サウシカンバ群系 林況調 査簿	林況調査表	1冊	昭和11 年	
153	妙高戸隠山系	東京営林局 妙高戸隠山系調査区 高田大町長 野営林署 妙高姫川戸隠事業区 IV 顕著ナル 不安定群叢 並びに臨水型局部植生 林況調査 簿	林況調査表	1冊	昭和11 年	
154	妙高戸隠山系	東京営林局 妙高戸隠山系調査区 高田大町長 野営林署 其一 妙高事業区 生態概況調査簿	生態概況調査表	1冊	昭和11 年	
155	妙高戸隠山系	東京営林局 妙高戸隠山系調査区 高田大町長 野営林署 其二 姫川事業区 生態概況調査簿	生態概況調査表	1冊	昭和11 年	
156	妙高戸隠山系	東京営林局 妙高戸隠山系調査区 高田大町長 野営林署 其三 戸隠事業区 生態概況調査簿	生態概況調査表	1冊	昭和11 年	
157	妙高戸隠山系	妙高戸隠山系調査区 妙高、姫川、戸隠事業区 コードラート (100 平方米) 計算表	その他	1冊		コードラート図関連
158	妙高戸隠山系	妙高戸隠山系調査区 妙高姫川戸隠事業区 精 密調査 10 米平方コードラート図	コードラート図	1冊	昭和10 年	国有林名、小班名あり
159	妙高戸隠山系	妙高戸隠山系調査区 妙高姫川戸隠事業区 精 密調査 40 米平方コードラート図	コードラート図	1冊 15 ページ		林小班名あり
160	妙高戸隠山系	妙高戸隠山系調査区 妙高姫川戸隠事業区 精 密調査 トランセクト図	トランセクト図	1冊	昭和9年	国有林名、小班名あり
161	妙高戸隠山系	妙高戸隠山系調査区 妙高、姫川、戸隠事業区 植物目録	植物目録	1冊	昭和11 年	
162	全域	中部日本の樹木地理學的研究	その他	1冊	昭和14 年	森林植生調査の報告書として重要だが、樹種の分布のみ。阿武隈山系、日光山地、 関東西部山地、妙高戸隠山系、朝日嶽西部山系の樹種の分布のとりまとめ (枝手 高橋松尾)
163	全域	精密調査図 其ノ一 トランセクト図	植生側面図	12枚	昭和3年	青焼きのトランセクト図
164	全域	精密調査図 其ノ二 コードラート図	植生側面図	地図1 枚	昭和3年	精密調査地の地図がありきわめて重要。青焼きのコードラート図 図12枚

Table 4. 大阪営林局管内の天然林調査報告書

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
1	紀州半嶋	紀州半嶋調査区 植生単位群並単位群配置図 主要樹種分布図	重要樹種分布図	1冊		
2	紀州半嶋	紀州半嶋調査区 植物生態概況調査票 樹種別胸高直径階本数分配表 胸高直径樹高階本数分配表 樹種別単木材積表 樹種別材積表	林況調査表	1冊		
3	紀州半嶋	紀州半嶋調査区 コードラート図	コードラート図	1冊		群叢ごとのコードラート図（100m 方形区）、ただし植物が学名の略号ですぐにはわからない
4	紀州半嶋	紀州半嶋調査区 トランセクト図	トランセクト図	1冊		
5	近畿	近畿植生調査書 大阪営林局	調査説明書	1冊		植生類別表が主体で、調査地の記載や方法の記載はない。写真ページ25枚あり貴重だが、一部切り取りあり。調査者名あり
6	近畿	近畿調査区 群系團並群系配置図 主要樹種分布図	植生分布図、重要樹種分布図	1冊		群系ごとの植生図と樹木の分布図（木型スタンプを押した地図）
7	近畿	近畿調査区 植物生態概況調査票 樹種別胸高直径階本数分配表 胸高直径樹高階本数分配表 樹種別単木材積表 樹種別材積表	林況調査表	1冊		
8	近畿	近畿調査区 コードラート図	コードラート図	1冊		
9	近畿	近畿調査区 トランセクト図 大阪営林局	トランセクト図	1冊		青焼きのコピーを冊子とした資料
10	中国西部	中国西部植生調査書 大阪営林局	調査説明書	1冊		植生類別表が主体で、調査地の記載や方法の記載はない。写真ページ13枚あり。調査者名あり
11	中国西部	中国西部調査区 群系團並群系配置図	植生分布図、重要樹種分布図	1冊		
12	中国西部	中国西部調査区 植物生態概況調査票 樹種別胸高直径階本数分配表 胸高直径樹高階本数分配表 樹種別単木材積表 樹種別材積表	林況調査表	1冊		
13	中国西部	中国西部調査区 コードラート図	コードラート図	1冊		
14	中国西部	中国西部調査区 トランセクト図	トランセクト図	1冊		手書き？
15	中国東部	中国東部 森林植生調査書	調査説明書	1冊		
16	中国東部	中国東部調査区 群系團並群系配置図 主要樹種分布図 大阪営林局	植生分布図、重要樹種分布図	1冊		群系ごとの植生図と樹木の分布図（木型スタンプを押した地図）
17	中国東部	中国東部調査区 植物生態概況調査票 樹種別胸高直径階本数分配表 胸高直径樹高階本数分配表 樹種別単木材積表 樹種別材積表	林況調査表	1冊		
18	中国東部	中国東部調査区 コードラート図	コードラート図	1冊		
19	中国東部	中国東部調査区 トランセクト図 大阪営林局	トランセクト図	1冊		トランセクト調査図（3枚）

Table 5. 高知営林局管内の天然林調査報告書

番号	地域名	資料名	調査区	植生調査説明書	昭和四、五年	タイプ	形状	年代	備考
1	宇和島	宇和島調査区 度調査	宇和島調査区	植生調査説明書	昭和四、五年	調査説明書	1冊	昭和5年	植生調査の説明としては網羅的内容。すべての標準地の林班名一覧あり、図表の説明もある。重要、土壌の調査もある。四国の森林植生図のNo.12、13に該当する
2	宇和島	宇和島	植生分布図			植生分布図			群系ごとの彩色植生図
3	宇和島	宇和島調査区	植生調査簿	植生調査簿		植生調査簿	1冊	昭和9年	群叢別の地名と面積が記載されている。備考に対応する写真の番号が書いてあり、写真集があれば各群叢と対応できる。昭和9年3月1日に山林局に提出の附表
4	宇和島	宇和島調査区	樹種分布図	樹種分布図		重要樹種分布図	1冊 10枚	昭和9年	白地図様の多数の地図に樹種ごとの分布が赤や青のスタンプで記されている 昭和9年3月1日に山林局に提出との付箋あり
5	宇和島	宇和島調査区	Ba 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別胸高直径階本数分配表、樹種別材積表
6	宇和島	宇和島調査区	Bb 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
7	宇和島	宇和島調査区	Cc 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
8	宇和島	宇和島調査区	Cd 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
9	宇和島	宇和島調査区	Ce 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
10	宇和島	宇和島調査区	Cf 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
11	宇和島	宇和島調査区	Cg 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
12	宇和島	宇和島調査区	Eb 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
13	宇和島	宇和島調査区	Ec 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
14	宇和島	宇和島調査区	Ed 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
15	宇和島	宇和島調査区	Ee 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
16	宇和島	宇和島調査区	Ef 植生単位	林況調査表		林況調査表	1冊		同上
17	宇和島	宇和島調査区	Ba 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		生態概況調査表 (写真の番号が書いてあり写真集があれば各群叢と対応できる)
18	宇和島	宇和島調査区	Bb 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
19	宇和島	宇和島調査区	Cc 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
20	宇和島	宇和島調査区	Cd 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
21	宇和島	宇和島調査区	Ce 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
22	宇和島	宇和島調査区	Cf 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
23	宇和島	宇和島調査区	Cg 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
24	宇和島	宇和島調査区	Eb 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
25	宇和島	宇和島調査区	Ec 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
26	宇和島	宇和島調査区	Ed 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
27	宇和島	宇和島調査区	Ee 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
28	宇和島	宇和島調査区	Ef 植生単位	概況調査表		生態概況調査票	1冊		
29	宇和島	宇和島調査区	山林局提出	林相トランセクト		トランセクト図	12枚		
30	宇和島	宇和島調査区	土壌調査表	昭和四年度調査		土壌調査表	1冊		濃淡のある水墨画のようなトランセクト図。油紙のような特殊なグラフ用紙に書かれている 各群叢ごとの土壌調査表、含水率、PH、腐植厚など基本調査を網羅している

Table 5. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
31	魚梁瀬	魚梁瀬調査区 群集調査簿	シヒ、アラカシ、ウラシロカシ 林況調査表	1冊		胸高直径階対樹高階本数分配表
32	魚梁瀬	魚梁瀬調査区 スギ群集林況調査簿	林況調査表	1冊		同上
33	魚梁瀬	魚梁瀬調査区 ツガ、トガサワラ群集林況調査簿	林況調査表	1冊		同上
34	魚梁瀬	魚梁瀬調査区 ヒメズリハ、ホルトノキ、ツバキ群集調査簿	林況調査表	1冊		同上
35	魚梁瀬	魚梁瀬調査区 ブナ、ウラジロモミ群集林況調査簿	林況調査表	1冊		同上
36	魚梁瀬	魚梁瀬調査区 ブナ、モミ、ツガ、スギ群集林況調査簿	林況調査表	1冊		同上
37	魚梁瀬	魚梁瀬調査区 モミ、ツガ、サカキ、シキミ群集調査簿	林況調査表	1冊		同上
38	魚梁瀬	魚梁瀬調査区 モミ、ツガ、シヒ群集調査簿	林況調査表	1冊		同上
39	魚梁瀬	魚梁瀬調査区 モミ、ツガ、スギ、ヒノキ、シヒ群集調査簿	林況調査表	1冊		同上
40	魚梁瀬	魚梁瀬調査区 モミ、ツガ、スギ、サカキ、シキミ群集調査簿	林況調査表	1冊		同上
41	魚梁瀬	魚梁瀬 森林樹木位置図	コドラート図	15枚		方形区のサイズが不明
42	魚梁瀬	魚梁瀬 森林トランセクト図	トランセクト図	9枚		森林断面図は価値あり
43	魚梁瀬	魚梁瀬 千本山スギ保護林第1区調査区(第2休場上方)	林況調査表	1冊		材積調査表(樹種、直径、樹高、本数)
44	魚梁瀬	魚梁瀬高松調査区 野帳 1冊	その他	1冊	昭和9年	昭和九年度魚梁瀬高松方面植生調査簿 野帳(牧野富太郎の手紙文と署名があるが、写しかもしれない)
45	剣山	剣山調査区 野帳 1冊	その他	1冊	昭和8年	剣山調査区昭和8年度野帳
46	剣山	剣山調査区 ツガ、トガサハラ群叢 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別材積表、山名あり
47	剣山	剣山調査区 ブナ、ダケカンバ群叢 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
48	剣山	剣山調査区 モミ、ツガ、ブナ、シキミ群叢 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
49	剣山	剣山調査区 クロマツ群叢 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
50	剣山	剣山調査区 シラベ、ダケカンバ群叢 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
51	剣山	剣山調査区 ブナ、ウラジロモミ群叢 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上

Table 5. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
52	剣山	剣山調査区 ブナ、ツガ群叢	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
53	剣山	剣山調査区 モミ、ツガ、サカキ、シキミ群叢 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
54	剣山	剣山調査区 モミ、ツガ、スギ、サカキ、シキミ群叢 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
55	剣山	剣山調査区 モミ、ツガ、ヒノキ、サカキ、シキミ群叢 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
56	剣山	剣山調査区 コドラート調査図	コドラート図	多数	昭和6年 前後	祖谷山、桶谷山、猿押山、安野山でのコドラート図。樹木位置と各方形区のサブコドラート内の植生が記載されているグラフ用紙
57	剣山	昭和十五年六月六日附 書第一〇二号添付ス 剣山コドラート 高知営林局	コドラート図	5枚	昭和6年 前後	芸術的コドラート図。猿押山、杉熊山、祖谷山2枚、大除平瀬山、安野山
58	高松	高松調査区 アカマツ、コナラ群叢 高松調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別材積表、地名あり
59	高松	高松調査区 アカマツ群叢	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
60	高松	高松調査区 クロマツ、アカマツ、ネズミサシ群叢 林況調査簿	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
61	高松	高松調査区 モミ、アカマツ群叢	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
62	高松	高松調査区コドラートとクオドラート	コドラート図	10数枚	昭和6年 前後	焼尾山のコドラート図1枚とコドラート図4、5枚。大串山のコドラート図4、5枚
63	高松	高松 大尾駒山国吉山クオドラート	コドラート図	1袋	昭和6年 前後	大尾駒山国吉山のコドラート図2枚とコドラート図10数枚
64	四国全体	高知営林局管内 國有林植生調査報告 高知營 林局叢書 No.8 (昭和14年10月)	その他	1冊	昭和14年	河田の天然林調査法に従った結果のとりまとめ。写真やコドラート図がある。表紙に Hatai K. Sept 1951 の署名あり
65	四国全体	四国全域の森林植生図	植生分布図	15枚	昭和11年?	5万分の一地形図に彩色したもの。43枚分を2枚から4枚つないで作成している。封筒裏に群叢のカラー凡例あり：Aa-Pb まで
66	四国全体	クオドラート調査表	コドラート図	25枚ほど		コドラート図、市ノ又、三崎山などの山岳別に数枚閉じてある。一部にコドラート図が赤線で示してある
67	四国全体	高知営林局管内 気象調査表	気候表	1冊	昭和7年 前後	四国各地の平均気温の表が多数
68	四国全体	高知営林局管内図	その他	1枚	昭和12年	管内図、当時の国有林名を見るのに便利
69	石鎚	石鎚調査区 Cd 植生単位 (アカマツ群叢) 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和6年	植生調査表1冊
70	石鎚	石鎚調査区 Dd 植生単位 (モミ・ツガ・サカキ・シキミ群叢) 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和6年	同上

Table 5. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
71	石鎚	石鎚調査区 Ea 植生単位 (ブナ・ウラジロモミ群叢) 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和6年	同上
72	石鎚	石鎚調査区 Eb 植生単位 (ブナ・ツガ群叢) 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和6年	同上
73	石鎚	石鎚調査区 Fa 植生単位 (シラベ、ダケカンバ群叢) 概況調査簿	生態概況調査票	1冊		概況調査簿
74	石鎚	石鎚調査区 Fb 植生単位 (ブナ・ウラジロモミ・ダケカンバ群叢) 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和6年	同上
75	石鎚	石鎚調査区 植生調査簿 昭和六年度調査	生態概況調査票	1冊	昭和6年	群集の記載、町村名はあり
76	石鎚	石鎚調査区 樹種分布図	重要樹種分布図	1冊	昭和6年	地図数10枚。樹種ごとの分布図、スタンプのようなもので地図に印を付けている
77	石鎚	石鎚調査区 Cd 植生単位 (アカマツ群叢) 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年前後	中身は Da1-Da2。胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別材積表、標準地2箇所分、0.17ha、0.33ha
78	石鎚	石鎚調査区 Dd 植生単位 (モミ・ツガ・サカキ・シキミ群叢) 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年前後	中身は Eb1-Eb7。胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別材積表、標準地数箇所分、0.67ha:自念子山、0.67ha:安井山、1.17ha:面河山、0.97ha:坂瀬山
79	石鎚	石鎚調査区 Ea 植生単位 (ブナ・ウラジロモミ群叢) 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年前後	中身は Fa1。胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別材積表、山の名前あり
80	石鎚	石鎚調査区 Eb 植生単位 (ブナ・ツガ群叢) 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年前後	中身は Fb1。胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別材積表、山の名前あり
81	石鎚	石鎚調査区 Fa 植生単位 (シラベ・ダケカンバ群叢) 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年前後	中身は Ga1。胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別材積表、山の名前あり
82	石鎚	石鎚調査区 Fb 植生単位 (ブナ・ダケカンバ群叢) 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年前後	中身は Gb1。胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別材積表、山の名前あり
83	石鎚	石鎚山調査区 クオードラット調査表	コードラット図	25枚ほど		コードラット図、一部にトランセクト日が赤線で示してある
84	足摺岬	足摺岬 植生調査説明書	調査説明書	1冊	昭和5年	
85	足摺岬	足摺岬調査区 立地条件調査説明書	調査説明書	1冊	昭和4年	気象、土壌、地質など立地条件を調査した報告書
86	足摺岬	足摺岬 植生調査区調査報告書	調査説明書	1冊		目次のみ
87	足摺岬	足摺岬調査区 植生単位群単位分布図	植生分布図	6枚		
88	足摺岬	足摺岬調査区 植生調査簿	植生調査簿	1冊	昭和2年	群叢 Aa-D-Eb の面積ごとの各階層ごとの優占種の記載、面積がすべて記載してある。精密調査区の場合の記載ありが住所までで詳しい林班名ではない
89	足摺岬	足摺岬調査区 樹種分布図	重要樹種分布図	1冊	昭和9年提出	樹種ごとの分布図、スタンプのようなもので地図に印を付けている
90	足摺岬	足摺岬調査区 Aa 植生単位 植生調査表	林況調査表	1冊	昭和6年前後	胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別材積表、山名なし
91	足摺岬	足摺岬調査区 Ca 植生単位 植生調査表	林況調査表	1冊	昭和6年前後	同上
92	足摺岬	足摺岬調査区 Cb 植生単位 植生調査表	林況調査表	1冊	昭和6年前後	同上

Table 5. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
93	足摺岬	足摺調査区 Cc 植生単位 植生調査表	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
94	足摺岬	足摺調査区 Ea 植生単位 植生調査表	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
95	足摺岬	足摺調査区 Eb 植生単位 植生調査表	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
96	足摺岬	足摺調査区 Aa 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和2年	
97	足摺岬	足摺調査区 Ca 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和2年	
98	足摺岬	足摺調査区 Cb 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和2年	
99	足摺岬	足摺調査区 Cc 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和2年	
100	足摺岬	足摺調査区 Ea 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和2年	
101	足摺岬	足摺調査区 Eb 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和2年	
102	足摺岬	足摺調査区 土壌調査表 昭和3年度調査	土壌調査表	1冊	昭和6年 前後	植生単位ごとの土壌調査表。含水率、礫、色、有機物百分率、腐植、層厚などの記載一覧表
103	大野ヶ原	大野ヶ原 植生調査説明書	調査説明書	2冊	昭和5年	2冊同じもの
104	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 植生調査簿 昭和5年度調査	植生調査簿	1冊	昭和5年	群集の記載、町村名はあり
105	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Ce 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和5年	植生調査表1冊
106	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Ee 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和5年	同上
107	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Eg 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和5年	同上
108	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Eh 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和5年	同上
109	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Fa 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和5年	同上
110	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Fb 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和5年	同上
111	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Fc 植生単位 概況調査簿	生態概況調査票	1冊	昭和5年	同上
112	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 樹種分布図	重要樹種分布図	1冊	昭和9年 提出	表書き「昭和九年3月1日附 計第二號 植生調査書類提出ノ件添付モノ 高知 營林局 農林省 山林局御中」、地図100枚以上。樹種ごとの分布図、スタンプのようなもので地図に印を付けている
113	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Ce 植生単位 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	胸高直径階對樹高階本數分配表、樹種別材積表、山の名前なし
114	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Ec 植生単位 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
115	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Ee 植生単位 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
116	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Eg 植生単位 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上
117	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Eh 植生単位 林況調査表	林況調査表	1冊	昭和6年 前後	同上

Table 5. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
118	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Fa 植生単位	林況調査表	1冊	昭和6年前後	同上
119	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Fa 植生単位	林況調査表	1冊	昭和6年前後	同上
120	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Fb 植生単位	林況調査表	1冊	昭和6年前後	同上
121	大野ヶ原	大野ヶ原調査区 Fc 植生単位	林況調査表	1冊	昭和6年前後	同上
122	白髪山	白髪山調査区 アカマツ群叢概況調査簿	生態概況調査票	1冊		
123	白髪山	白髪山調査区 シヒ、アラカシ、ウラジログリ群叢概況調査簿	生態概況調査票	1冊		
124	白髪山	白髪山調査区 シラベ、ダケカンバ群叢概況調査簿	生態概況調査票	1冊		
125	白髪山	白髪山調査区 ブナ、ウラジロモミ群叢概況調査簿	生態概況調査票	1冊		
126	白髪山	白髪山調査区 重要樹種分布図	重要樹種分布図	1冊		白地図様の多数の地図に樹種ごとの分布が赤や青のスタンプで記されている
127	白髪山	白髪山調査区 Cb 植生単位林況調査表	林況調査表	1冊		胸高直径階対樹高階本数分配表、樹種別胸高直径階本数分配表、樹種別材積表(表書きの植生単位アルファベットと中身のアルファベットが違う場合あり)
128	白髪山	白髪山調査区 Dd 植生単位林況調査表	林況調査表	1冊		同上
129	白髪山	白髪山調査区 Dg 植生単位林況調査表	林況調査表	1冊		同上
130	白髪山	白髪山調査区 Ea 植生単位林況調査表	林況調査表	1冊		同上
131	白髪山	白髪山調査区 Eb 植生単位林況調査表	林況調査表	1冊		同上
132	白髪山	白髪山調査区 Eb 植生単位林況調査表	林況調査表	1冊		同上
133	白髪山	白髪山調査区 Ec 植生単位林況調査表	林況調査表	1冊		同上
134	白髪山	白髪山調査区 Ga 植生単位林況調査表	林況調査表	1冊		同上
135	白髪山	白髪山調査区 ヒノキ、ヒメコマツ、コメツガ群叢概況調査簿	生態概況調査票	1冊		FdI ヒノキ、ヒメコマツ、コメツガ群叢の生態概況調査
136	白髪山	白髪山調査区 ブナ、ツガ群叢概況調査簿	生態概況調査票	1冊		FbI ブナ、ツガ群叢の生態概況調査簿
137	白髪山	白髪山調査区 ブナ、モミ、ツガ、シキミ群叢概況調査簿	生態概況調査票	1冊		EhI ブナ、モミ、ツガ、シキミ群叢の生態概況調査簿
138	白髪山	白髪山調査区 モミ、ツガ、サカキ、シキミ群叢概況調査簿	生態概況調査票	1冊		EbI モミ、ツガ、サカキ、シキミ群叢の生態概況調査
139	白髪山	白髪山調査区 クオードラート調査表	コードラート図	約25枚		コードラート図

Table 6. 熊本営林局管内の天然林調査報告書

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
1	対島地方、五島地方	第一圖 対島地方 植生分布図	植生分布図	2 枚		群系ごとに色分けされた植生図
2	対島地方、五島地方	対島地方 五島地方 生態概況調査表	生態概況調査票	多数枚		群系ごとの種リストと生育状況の記号の表、国有林名あり。例：豆酸竜良山国有林 33 い。対島、五島の他に第五表として、筑紫山系西半部地方、有明沿海地方、九州山系北部地方のすべての群系ごとの生態概況調査票がある
3	西表	西表国有林調査報告書	調査説明書	1 冊	昭和 11 年	実況並び将来の経営方針
4	奄美大島徳之島地方	大島徳之島地方 植生調査説明書	調査説明書	1 冊		歴史資料としては重要だが、中身は日向山脈 植生調査説明書ほど充実していない
5	奄美大島徳之島地方	八、奄美大島徳之島地方 植生分布図	植生分布図	4 枚		群系ごとに色分けされた植生図
6	奄美大島徳之島地方	七、奄美大島徳之島地方 植生概況調査票	植生調査簿	多数		群系ごととや数カ所の植生概況調査票
7	屋久島 種子島	昭和 11 年度 屋久島種子島 植生調査説明書	調査説明書	1 冊	昭和 11 年	
8	屋久島 種子島	屋久島 種子島 植生分布図	植生分布図	2 枚		群系ごとに色分けされた植生図
9	屋久島 種子島	屋久島 種子島 生態概況調査	生態概況調査票	多数		屋久島生態概況調査一覧表 (32 箇所)：国有林名、標高、群系の記載あり、同じく種子島生態概況調査一覧表 (5 箇所)
10	九州山系中部 地方	昭和六・七年度 九州山系中部地方 植生調査説明書	調査説明書	1 冊	昭和 7 年	植生調査の説明としては網羅的内容：すべての標準地の林班名一覧あり、図表の説明もあるので重要
11	九州山系中部 地方	第一圖 九州山系中部地方 植生分布図	植生分布図	3 枚		群系ごとに色分けされた植生図
12	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 重要樹種分布一覧表	重要樹種分布図	1 枚		重要樹種の群叢別の優占度の一覧図
13	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Aa 第二表一第七図	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表 4、図 2 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表、第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
14	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Ab1 第二表一第七図	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表 4、図 2 枚		同上
15	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Ab2 第二表一第七図	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表 4、図 2 枚		同上
16	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Ac1 第二表一第七図	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表 4、図 2 枚		同上

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
17	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Ae2 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
18	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Ad1 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
19	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Ad2 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
20	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Ba1 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
21	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Ba2 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
22	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Ca 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
23	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	C(b) 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
24	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Cb1 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
25	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Cb2 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
26	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Cc1 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
27	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Cc2 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
28	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Cd1 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
29	九州山系中部 地方	九州山系中部地方	Cd2 第二表一第七図 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
30	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Cd3 第二表一第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
31	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Ce 第二表一第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
32	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Da 第二表一第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
33	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Db 第二表一第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
34	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Dc 第二表一第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
35	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Dd1 第二表一第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
36	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 Dd2 第二表一第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
37	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 De 第二表一第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
38	九州山系中部 地方	九州山系中部地方 植生写真 31 枚	写真帳		封筒のみ、中身なし	
39	九州山系南部 地方	九州山系南部地方 植生調査説明書	調査説明書	1 冊	植生調査の説明としては網羅的内容：すべての標準地の林班名一覧あり、図表の説明もあるので重要	
40	九州山系南部 地方	九州山系南部地方 第一圖 九州山系南部地方 植生分布圖	植生分布図	4 枚	群系ごとに色分けされた植生図	
41	九州山系南部 地方	九州山系南部地方 A(a) 第二表一第七圖	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表、第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図	
42	九州山系南部 地方	九州山系南部地方 Aa1 第二表一第七圖	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
43	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Aa2 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
44	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Aa3 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
45	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Aa4 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
46	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ab 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
47	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ac1 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
48	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ac2 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
49	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ad1 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
50	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ad2 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
51	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ae 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
52	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Af 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
53	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ag 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
54	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ah 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 5、 図 2 枚	同上、第五表	概況調査用紙を含む
55	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ai1 第二表—第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 1 枚	同上、トランセクト図なし	

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
56	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ai2 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
57	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ba1 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
58	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ba2 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
59	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ba3 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
60	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ca 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
61	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Cb 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
62	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Cc 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
63	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Da 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
64	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Db 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
65	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ea1 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
66	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ea2 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
67	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Ea3 第二表-第七圖 林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
68	九州山系南部 地方	九州山系南部地方	Eb 第二表—第七圖	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上
69	九州山系北部 地方	九州山系北部地方	植生調査説明書	調査説明書	1 冊	昭和 12 年
70	九州山系北部 地方	九州山系北部地方	植生写真	写真帳	1 冊	
71	九州山系北部 地方	九州山系北部 筑紫山脈東半部	植生分布図	植生分布図	2 枚	群系ごとに色分けされた植生図
72	九州山系北部 地方	第八表 九州山系北部地方	重要樹種分布表二	重要樹種分布図	2 枚	其の一：Aa-Db4、其の二：Dcl-Ib6
73	九州山系北部 地方	Aa 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	Aa 樹種別材積表、第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図、樹種別径級別本数分配表、径階別高階別本数分配表。トランセクト図は原図かもしれない、貴重
74	九州山系北部 地方	Ab 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径級別本数分配表、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
75	九州山系北部 地方	Ac 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上
76	九州山系北部 地方	Ad 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上
77	九州山系北部 地方	Ba1 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上
78	九州山系北部 地方	Ba2 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上
79	九州山系北部 地方	Ba3 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上
80	九州山系北部 地方	Bb 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上
81	九州山系北部 地方	Bc 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
82	九州山系北部 地方	Bd 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
83	九州山系北部 地方	Be 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
84	九州山系北部 地方	Ca1 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
85	九州山系北部 地方	Ca2 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
86	九州山系北部 地方	Ca3 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
87	九州山系北部 地方	Cb1 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
88	九州山系北部 地方	Cb2 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
89	九州山系北部 地方	Cb3 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
90	九州山系北部 地方	Cc 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
91	九州山系北部 地方	Da 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
92	九州山系北部 地方	Db1 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上
93	九州山系北部 地方	Db2 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		同上

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
94	九州山系北部 地方	Db3 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
95	九州山系北部 地方	Db4 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
96	九州山系北部 地方	Dc1 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
97	九州山系北部 地方	Dc2 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
98	九州山系北部 地方	Dc3 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
99	九州山系北部 地方	Dd1 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
100	九州山系北部 地方	Dd2 九州山系北部地方	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚	同上	
101	九州山系北部 地方	I'a 九州山系北部地方 毎木材積調査ヲ除ク	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図 生態概況調査票	表 1、 図 1	第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、 第七図 トランセクト原図、第二表一第四表がない	
102	九州山系北部 地方	De 九州山系北部地方 概況調査その三	生態概況調査票		中身なし	
103	九州山系北部 地方	I'b 九州山系北部地方 概況調査の三	生態概況調査票		中身なし	
104	高隈山	昭和 4 年度調査 高隈山植生調査説明書 熊本 営林局	調査説明書	1 冊	昭和 7 年	植生調査の説明としては網羅的内容：すべての標準地の林班名一覧あり、図表の 説明もあるので重要
105	高隈山	No. 1. 高隈山 植生分布圖	植生分布図	1 枚		群系ごとに色分けされた植生図
106	高隈山	高隈山 No. 8 重要樹種本数分布一覽表	重要樹種分布表	1 枚		
107	高隈山	高隈山 No. 2 樹種別径階別本数分配表	林況調査表	多数		Aa-Ca までの 1 セット
108	高隈山	高隈山 No. 3 径階別高階別本数分配表 I a1, a2, b	A 林況調査表	多数		径階別高階別本数分配表
109	高隈山	高隈山 No. 3 径階別高階別本数分配表 c 1 c 2	A I 林況調査表	多数		同上
110	高隈山	高隈山 No. 3 径階別高階別本数分配表 c 3 c 4	A I 林況調査表	多数		同上

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
111	高隈山	高隈山 a, b	No.3 径階別高階別本数分配表 A II. 林況調査表	多数	同上	同上
112	高隈山	高隈山 c, d	No.3 径階別高階別本数分配表 A II. 林況調査表	多数	同上	同上
113	高隈山	高隈山	No.3 径階別高階別本数分配表 Ca 林況調査表	多数	同上	同上
114	高隈山	高隈山	No.4 径階別高階別本数分配表 BI 林況調査表	多数	同上	同上
115	高隈山	高隈山 a, b	No.4 樹種別径階別材積表並重要樹種材積分布表 林況調査表	多数		樹種別径階別材積表が Aa-Ca1 セット、重要樹種材積分布表が 1 枚
116	高隈山	高隈山 a	No.3 径階別高階別本数分配表 BII 林況調査表	多数		径階別高階別本数分配表
117	高隈山	高隈山	No.5 生態概況調査 生態概況調査票	多数		生態概況調査票 Aa-Ca
118	高隈山	高隈山	No.6 コドラート調査表 コドラート図	数枚		コドラート図 Aa-Ca
119	高隈山	高隈山	No.7 トランセクト図 トランセクト図	25 枚		トランセクト図 Aa-Ca
120	高隈山	高隈山	No.9 植物目録 植物目録	1 冊		
121	筑紫山脈西半部	有明沿海地方及筑紫山脈西半部地方 五島地方 植生調査説明書	対馬地方 植生分布図 調査説明書	1 冊	昭和 10 年	
122	筑紫山脈西半部	第一圖 有明沿海地方 筑紫山脈西半部地方 植生分布図 (四葉)	植生分布図	4 枚		群系ごとに色分けされた植生図
123	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ab 第二表—第七図	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表 4、図 2 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表：猪見平 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
124	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ac1 第二表—第七図	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表 4、図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表：平戸 中野安満岳 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
125	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ac2 第二表—第七図	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表 4、図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表：伊万里大平 8 い 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
126	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ac3 第二表—第七図	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表 4、図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表：梅野金立山 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図：式雄？岳 16 は？表と林班名が違う？
127	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ac4 第二表—第七図	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表 4、図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表：平戸国見山 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図：梅野金立山 59 に、表と林班名が違う？

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
128	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ad 七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表；右坂 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
129	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ae1 第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表；高良山 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
130	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ae2 第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表；伊万里 大平 11 い 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
131	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ae3 第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表；春日金立山 58 ほ 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
132	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ae4 第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表；遠目 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
133	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Af 第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表；天水 64 ち 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
134	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ba1 第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表；萱瀬 2 ほ 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
135	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ba2 第七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 1 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表；本城 20 は、第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
136	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) Ca 七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表、第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
137	筑紫山脈西半部	No. 1. 筑紫山脈西半部 (β) C'a 七図	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	表 4、 図 2 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表；萱瀬 1 い 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
138	筑紫山脈東半部地方	昭和十一年度 説明書	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	1 冊	昭和 11 年	植生調査の説明としては網羅的内容；すべての標準地の林班名一覧あり、図表の説明もあるので重要
139	筑紫山脈東半部地方	第一圖 枚入	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	3 枚		植生図
140	筑紫山脈東半部地方	第八圖	林況調査表、コ ドラート図、ト ランセクト図	2 枚		棒グラフ状の群叢別の分布図

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
141	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 A'a	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図、 同上
142	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Aa	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
143	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ab1	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
144	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ab2	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
145	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ab3	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
146	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ab4	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
147	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ac1	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
148	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ac2	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
149	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ac3	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
150	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ab5	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
151	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ba	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
152	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'b	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上
153	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'c1	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚		同上

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
154	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'e2	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
155	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'd3	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
156	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'la	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
157	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'ld1	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
158	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'ld4	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
159	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'le	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
160	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'bl	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
161	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'b2	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
162	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'c	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
163	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'd	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
164	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 B'd2	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
165	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 C'a1	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
166	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 C'a2	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
167	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ca3	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
168	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Cb	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
169	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ca"	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
170	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ca1	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
171	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ca2	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
172	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Cb1	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
173	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Cb2	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
174	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Cb3	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
175	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Cc	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
176	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Da	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
177	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Db	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	
178	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Dc	林況調査表、コ ドラー図、ト ランセクト図	表数十 枚、図 2枚	同上	

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
179	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Dd	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表数十枚、図2枚	同上	同上
180	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 De	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表数十枚、図2枚	同上	同上
181	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ea1	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表数十枚、図2枚	同上	同上
182	筑紫山脈東半部地方	筑紫山脈東半部地方 Ea2	林況調査表、コドラート図、トランセクト図	表数十枚、図2枚	同上	同上
183	南隅半島	昭和5年度調査 南隅半島植生調査説明書 熊本営林局	調査説明書	1冊	昭和5年	植生調査の説明としては網羅的内容：すべての標準地の林班名一覧あり、図表の説明もあるので重要
184	南隅半島	No.1 南隅半島 植生分布図	植生分布図	1枚		群系ごとに色分けされた植生図
185	南隅半島	No.8 重要樹種分布図表	重要樹種分布表	1冊		南隅半島重要樹種本数分布一覧表
186	南隅半島	No.3 径階別高階別本数分配表 Aa1-Aa3	林況調査表	多数枚		径階別高階別本数分配表。樹種別なので各植生単位で相当な枚数あり
187	南隅半島	No.3 Aa4-Aa6	林況調査表	多数枚		同上
188	南隅半島	No.3 Aa7-Aa9	林況調査表	多数枚		同上
189	南隅半島	No.3 Aa10-Aa11	林況調査表	多数枚		同上
190	南隅半島	No.3 Ab-Ac	林況調査表	多数枚		同上
191	南隅半島	No.3 Ba-Bc	林況調査表	多数枚		同上
192	南隅半島	No.3 Da1-Da3	林況調査表	多数枚		同上
193	南隅半島	No.3 径階別高階別本数分配表 Ca	林況調査表	多数枚		同上
194	南隅半島	No.2 樹種別径階別本数分配表	林況調査表	表22枚		樹種別径階別本数分配表原簿樹種別径階別本数分配表原簿。標準地面積の記載あり、0.3-1.2ha
195	南隅半島	No.4 樹種別径階別材積表 並 重要樹種材積分布表	林況調査表	図1枚、表22枚		南隅半島 樹種別材積表原簿と重要樹種材積分布表
196	南隅半島	No.6 コドラート調査表	コドラート図	22枚		10 m コドラートに樹木位置と植物名を記載した原簿の1 / 20 縮尺、Aa1 から Da3 まで植生単位別の図表。生育階別本数表付
197	南隅半島	No.7 トランセクト及樹冠投影図	トランセクト図	42枚		トランセクト及樹冠投影図
198	南隅半島	No.9 植物目録	植物目録	1冊		植物目録
199	日向山脈	昭和7年度調査 日向山脈 植生調査説明書 熊本営林局	調査説明書	1冊	昭和7年	植生調査の説明としては網羅的内容：すべての標準地の林班名一覧あり、図表の説明もあるので重要
200	日向山脈	No.1 日向山脈 植生分布図	植生分布図	3枚		群系ごとに色分けされた植生図
201	日向山脈	No.8 日向山脈 重要樹種分布図表	重要樹種分布図	1枚		すべての植生単位での樹種別の優先度図、棒グラフの改良版の様子

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
202	日向山脈	No.2 日向山脈 樹種別径階別本数分配表	林況調査表	多数		これは日向山脈の分
203	日向山脈	No.3 Aa1-Aa3 日向山脈 径階別高階別本数分配表	林況調査表	数十枚		胸高直径階對樹高階本数分配表
204	日向山脈	No.3 Aa4-Aa6 日向山脈 径階別高階別本数分配表	林況調査表	数十枚		同上
205	日向山脈	No.3 A(e)-Ab2 日向山脈 径階別高階別本数分配表	林況調査表	数十枚		同上
206	日向山脈	No.3 Ab3-Ab5 日向山脈 径階別高階別本数分配表	林況調査表	数十枚		同上
207	日向山脈	No.3 Ac-Ae 日向山脈 径階別高階別本数分配表	林況調査表	数十枚		同上
208	日向山脈	No.3 Af-Ai 日向山脈 径階別高階別本数分配表	林況調査表	数十枚		同上
209	日向山脈	No.3 Ba-Bb-Bc 日向山脈 径階別高階別本数分配表	林況調査表	数十枚		同上
210	日向山脈	No.3 Ca1-3-Cb 日向山脈 径階別高階別本数分配表	林況調査表	数十枚		同上
211	日向山脈	No.3 Da-Ea-Eb-Ga-Cb 日向山脈 径階別高階別本数分配表	林況調査表	数十枚		同上
212	日向山脈	No.6 日向山脈 コドラー調査	コドラー調査	数十枚		コドラー調査図表、樹木位置図と植生リストが記載されている
213	日向山脈	No.4 日向山脈 樹種別径階別材積表	林況調査表	数十枚		樹種別径階別材積表
214	日向山脈	No.9 日向山脈 植物目録	植物目録	数枚		植物目録
215	霧島山	霧島山 植生調査説明書	調査説明書	1冊		
216	霧島山	No.1. 霧島山 植生分布図	植生分布図	1枚		群系ごとに色分けされた植生図
217	霧島山	霧島山 No.7 頻度 (Frequent) 常現度 (Konstant) 調査	その他	多数枚		各植生単位で1平米方形区を100個調査。頻度及び常現度表 調査原表 植生単位 Ab-Cc
218	霧島山	霧島山 No.8 被覆度 (Deckungsgrad) 調査	その他	多数枚		コドラー調査区被覆度表 植生単位 Ab-Cc
219	霧島山	霧島山 No.2 樹種別、径階別、本数分配表	林況調査表	多数枚		樹種ごと。植生単位 Ab, (Ac) 径階別高階別本数分配表
220	霧島山	霧島山 No.3 (Ab - (Ac) 径階別高階別 本数分配表	林況調査表	2冊		
221	霧島山	霧島山 No.4 樹種別材積表 並 重要樹種材積分布表	林況調査表	図1枚、表3冊		植生単位 Ab-Ah4, Ba - (Be2), Cb - Cc 樹種別材積表、霧島山重要樹種材積分布一覧表
222	霧島山	霧島山 No.3 (Ad - Ag) 径階別高階別 本数分配表	林況調査表	3冊		植生単位 Ad, Af, Ag 径階別高階別本数分配表
223	霧島山	霧島山 No.3 (Ah1-Ah4) 径階別高階別 本数分配表	林況調査表	4冊		植生単位 Ah 径階別高階別本数分配表

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
224	霧島山	霧島山 No.3 配表	林況調査表	4 冊		植生単位 Ba, Bb, Bc, Bd 径階別高階別本数分配表
225	霧島山	霧島山 No.3 分配表	林況調査表	3 冊		植生単位 Be1, Be2(Be2) 径階別高階別本数分配表
226	霧島山	霧島山 No.3 配表	林況調査表	2 冊		植生単位 Cb- Cc 径階別高階別本数分配表
227	霧島山	霧島山 No.6 コドラート調査 (A 群系)	コドラート図	多数枚		個体位置図と植生調査が一枚に表示されている。コドラート調査原表 植生単位 Ab- Ah4
228	霧島山	霧島山 No.6 コドラート調査 (B 群系)	コドラート図	多数枚		コドラート調査原表 植生単位 Ba -(Be2)
229	霧島山	霧島山 No.6 コドラート調査 (C 群系)	コドラート図	多数枚		コドラート調査原表 植生単位 Cb-Cc
230	霧島山	霧島山 No.9 (トランセクト図 Line transect and its profile charts)	トランセクト図	多数枚		
231	霧島山	霧島山 No.10 重要樹種分布図	重要樹種分布図	多数枚		
232	霧島山	霧島山 No.11 植物目録	植物目録	1 冊		
233	有明沿海地方	有明沿海地方及筑紫山脈西半部地方 五島地方 植生調査説明書	調査説明書	1 冊	昭和 10 年	
234	有明沿海地方	第一圖 有明沿海地方 筑紫山脈西半部地方 植生分布図 (四葉)	植生分布図	4 枚		群系ごとに色分けされた植生図
235	有明沿海地方	有明沿海地方 筑紫山脈西半部地方 分布図 第八圖	重要樹種分布図	1 枚		森林群集ごとの樹種の優占度を一覧表にした図
236	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Aa1 第二表一第七圖	林況調査表	表 4 枚、 図 2 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図:国有林名あり:うすき山 71 と(薄木山?)
237	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Aa2 第二表一第七圖	林況調査表	表 4 枚、 図 2 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図:国有林名あり:八代 官民山 57 (か)
238	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Aa3 第二表一第七圖	林況調査表	表 4 枚、 図 2 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表 第六表なし、第七図 トランセクト原図:島原民地と記載あり、
239	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Ac 第二表一第七圖 西郷温泉岳	林況調査表	表 4 枚、 図 2 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表:西郷温泉岳と記載あり、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
240	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Ad1 第二表一第七圖	林況調査表	表 4 枚、 図 2 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表:熊野岳 9 と、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
241	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Ad2 第二表一第七圖	林況調査表	表 4 枚、 図 2 枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表:平山 44 は、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図:金峯山 44 は?

Table 6. (つづき)

番号	地域名	資料名	タイプ	形状	年代	備考
242	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Ae1 第二表一第七圖 温泉	林況調査表	表4枚、 図2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
243	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Ae2 第二表一第七圖	林況調査表	表4枚、 図2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表：亀割60ぬ、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図：伊万里大平国有林11へ
244	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Af 第二表一第七圖	林況調査表	表4枚、 図2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表：椎山29へ、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
245	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Ag 第二表一第七圖	林況調査表	表4枚、 図2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表：金峯山37に 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図：金峯山37に、金峯山44に
246	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Ah 第二表一第七圖	林況調査表	表4枚、 図2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表：杉谷54に、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
247	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) C"b 第二表一第七圖	林況調査表	表4枚、 図2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表：小浜温泉63か 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
248	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Cb 第二表一第七圖	林況調査表	表4枚、 図2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図：安中44ほ
249	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Da 第二表一第七圖	林況調査表	表4枚、 図2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表、第四表 樹種別材積表：小浜温泉45い 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図：小浜45い
250	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Ea 第二表一第七圖	林況調査表	表4枚、 図2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表：三角嶽66に、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
251	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Eb 第二表一第七圖	林況調査表	表4枚、 図2枚		第二表 径階別高階別本数分配表、第三表 樹種別径階別本数分配表：飛岳70は、第四表 樹種別材積表 第六表 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、第七図 トランセクト原図
252	有明沿海地方	有明沿海地方 (α) Fa 第六表のみ	コドレート図	1枚		第六表のみ 生育階別本数表と方形区の樹木位置図と植生調査が一枚になったもの、他は失われた？
253	有明沿海地方	有明沿海地方 筑紫山脈西半部地方 植生寫眞 写真帳、植物目録 (三十五葉) 及び植物目録	写真帳、植物目録	中身無し		中身がどこかにあるのか、失われたのかは不明
254	全域	熊本營林局管内図	その他	10枚	昭和3年 1月調製	管内図、当時の国有林名を見るのに便利

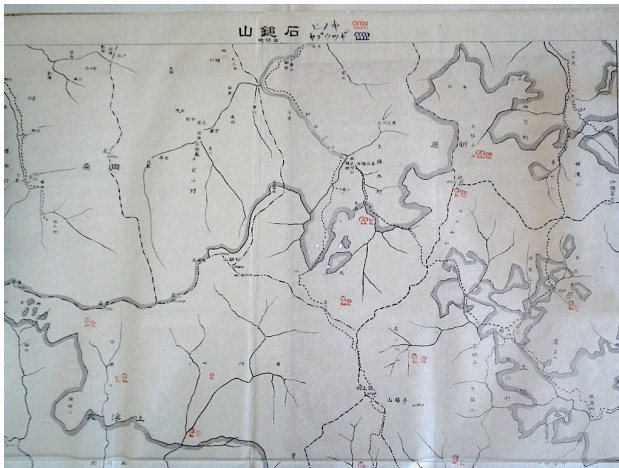
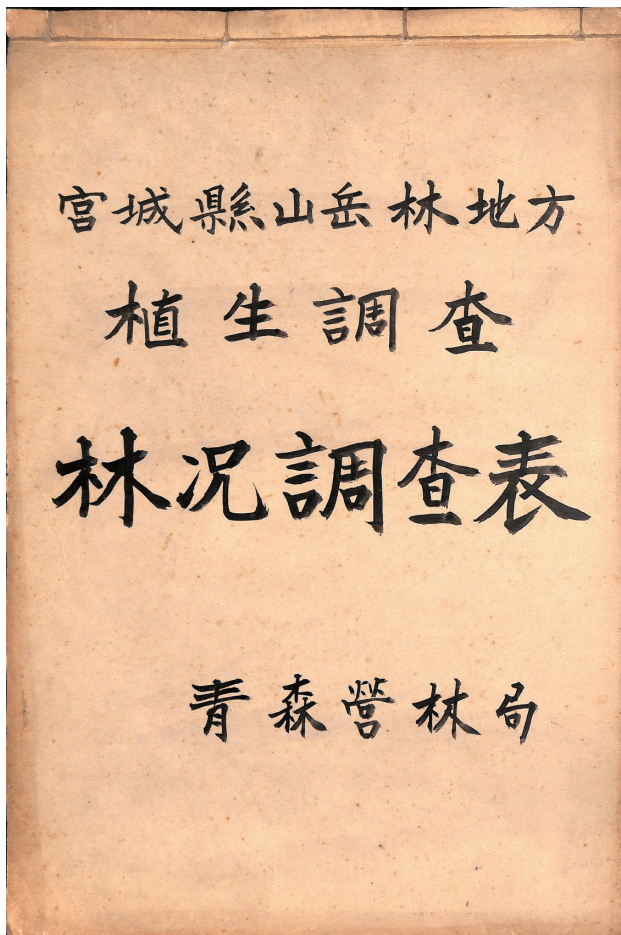


Photo 3-1 高知営林局石鉾山の重要樹種分布図



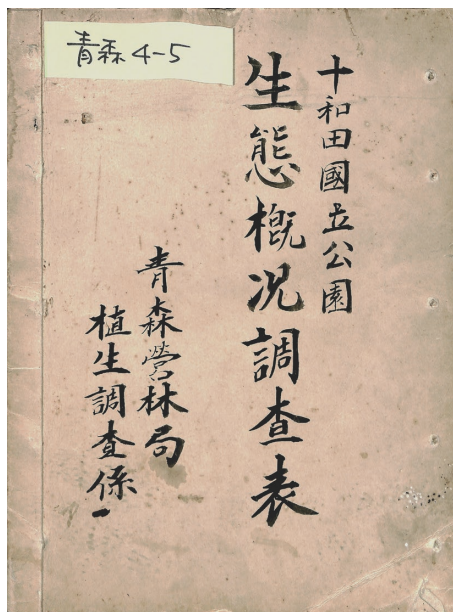
Photo 3-2 熊本営林局九州山系北部地方の重要樹種分布表



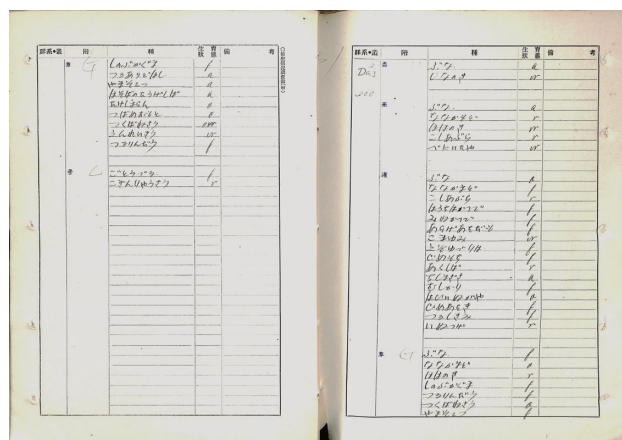
(a) 表紙

(b) 中身

Photo 4 青森営林局宮城県山岳地方の林況調査表



(a) 表紙



(b) 中身

Photo 5 青森営林局十和田国立公園地域の生態概況調査表

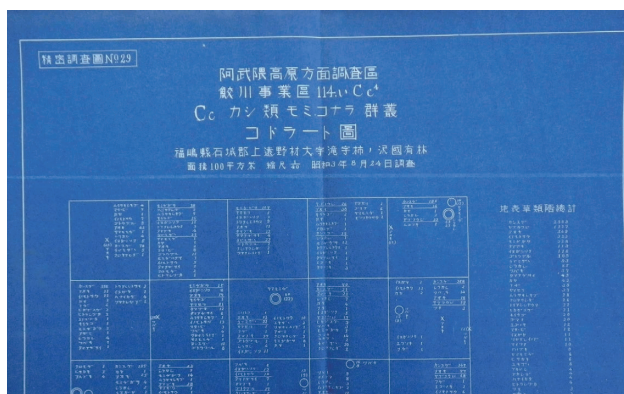
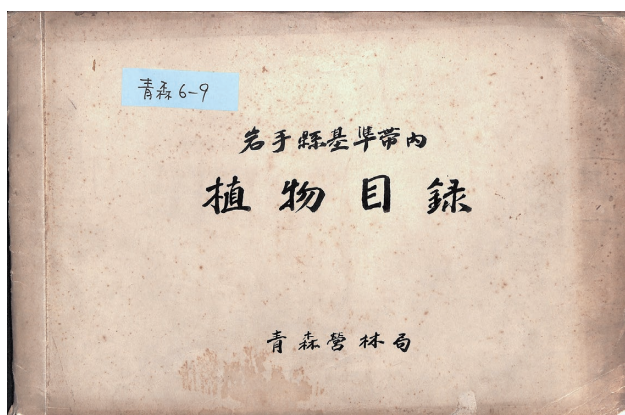


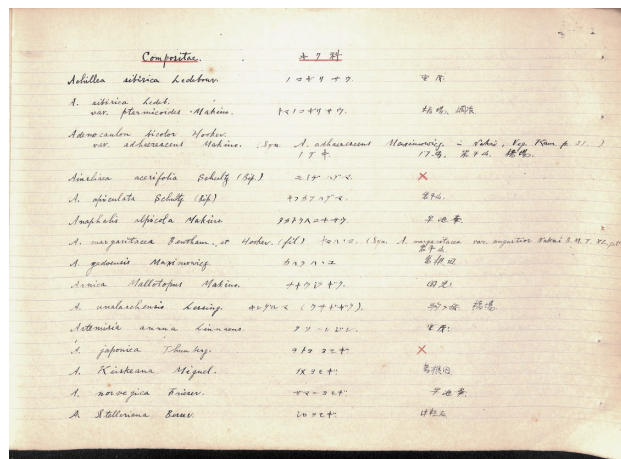
Photo 6-1 東京営林局阿武隈高原方面調査区のコドラート図



Photo 6-2 青森営林局白石事業区刈田岳国有林のトラNSEクト図



(a) 表紙



(b) 中身

Photo 7 青森営林局岩手県基準帯内の植物目録

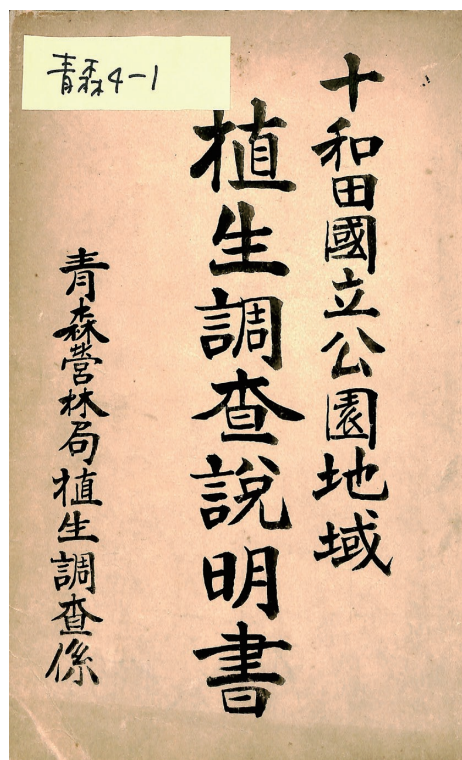
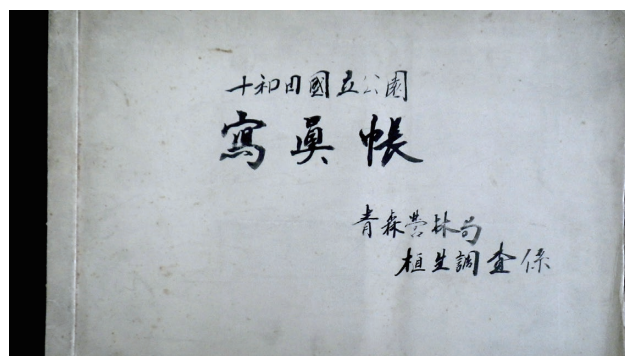


Photo 8 青森営林局十和田国立公園地域の植生調査説明書表紙



(a) 表紙



(b) 中身

Photo 9 青森営林局十和田国立公園地域の写真帳

Discovering original research reports from government-owned natural forests in the early Showa era

Kaoru NIIYAMA^{1)*}, Mitsue SHIBATA¹⁾, Hiroko KUROKAWA¹⁾, Tetsuya MATSUI²⁾,
Haruka OHASHI³⁾, and Tamotsu SATO¹⁾

Abstract

We found original copies of valuable forest ecological survey reports that were carried out in the early Showa era in Japan. The 662 survey reports discovered were the result of vegetation surveys conducted by technical officers in six regional forest offices (Aomori, Akita, Tokyo, Osaka, Kochi, and Kumamoto) and were based on the “Research Methods for Government-Owned Natural Forest,” issued by the Forestry Department, Ministry of Agriculture and Forestry in 1926. The reports contain abundant valuable original forest vegetation data, including tree size and vegetation maps. The purpose of this paper is to document the historical storage process of these reports, publish the report catalogue for forestry researchers, and digitize the original data to promote its use in future forestry research and management.

Key words : Forest vegetation, natural forests, early Showa era, ecological data, vegetation map

Received 10 December 2019, Accepted 19 May 2020

1) Department of Forest Vegetation, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Center for International Partnerships and Research on Climate Change, FFPRI

3) Department of Wildlife Biology, FFPRI

* Department of Forest Vegetation, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687 JAPAN; e-mail: niiya@ffpri.affrc.go.jp.

訂 正 (Erratum)

森林総合研究所研究報告 Vol. 11-No. 4 (No. 425) p. 207-221 のデータに誤りがありました。
訂正申し上げます。

Abstract line 6、p.218 left, line 10、p219 left, line 8、p221 line 7

誤：6.94 ± 3.25 kg m⁻²

正：7.06 ± 3.13 kg m⁻²

p.213 right, line 23

誤：2404

正：2392

p.214 left, line 21

誤：2.95 kg m⁻²

正：2.84 kg m⁻²

p.213 right, line 26

誤：58

正：70

p.214 left, line 22

誤：9.16 kg m⁻²

正：9.10 kg m⁻²

表 6

誤：

Table 6 Carbon stocks of dead wood, litter, and soil at 0–30 cm and 0–100 cm

Carbon pool	Number of plots	Carbon stock (kg m ⁻²)				Coefficient of variance (%)
		Minimum	Mean	Maximum	Sample SD	
Dead wood	2438	0	0.42	8.67	0.67	158.6
Litter	2432	0	0.49	2.84	0.32	64.6
Soil at 0–30 cm	2404	0	6.94	35.66	3.25	46.8
Soil at 0–100 cm	676	0.99	14.29	48.94	8.38	58.6

正：

Table 6 Carbon stocks of dead wood, litter, and soil at 0–30 cm and 0–100 cm

Carbon pool	Number of plots	Carbon stock (kg m ⁻²)				Coefficient of variance (%)
		Minimum	Mean	Maximum	Sample SD	
Dead wood	2438	0	0.42	8.67	0.67	158.6
Litter	2432	0	0.49	2.84	0.32	64.6
Soil at 0–30 cm	2392	0	7.06	35.66	3.13	44.4
Soil at 0–100 cm	676	0.99	14.29	48.94	8.38	58.6

表 7

誤：

Table 7 Climate condition and carbon stocks (kg m^{-2}) of dead wood, litter, and soil at 0–30 cm in each prefecture

District	Prefecture number	Prefecture name	Mean temperature* (°C)	Annual precipitation* (mm)	Dead wood			Litter			Soil		
					Number of plots	Mean	Sample SD	Number of plots	Mean	Sample SD	Number of plots	Mean	Sample SD
Hokkaido	1	Hokkaido	4.9	1254	487	0.53	0.88	483	0.54	0.34	470	7.57	2.98
		Subtotal	4.9	1254	487	0.53	0.88	483	0.54	0.34	470	7.57	2.98
Tohoku	2	Aomori	8.2	1520	62	0.37	0.88	62	0.43	0.25	60	7.91	2.82
	3	Iwate	7.8	1434	102	0.30	0.37	104	0.57	0.36	100	8.58	2.98
	4	Miyagi	9.6	1450	42	0.21	0.37	43	0.38	0.26	42	7.00	2.52
	5	Akita	8.4	2001	94	0.66	0.73	95	0.54	0.26	94	7.97	2.90
	6	Yamagata	8.5	2189	58	0.44	0.77	59	0.47	0.30	57	8.53	3.17
	7	Fukushima	8.7	1508	89	0.25	0.39	91	0.46	0.25	87	8.14	3.20
		Subtotal	8.4	1673	447	0.39	0.62	454	0.49	0.29	440	8.11	2.99
Kanto	8	Ibaraki	11.9	1397	24	0.35	0.50	24	0.43	0.22	24	9.16	2.95
	9	Tochigi	9.3	1597	34	0.48	0.67	34	0.48	0.28	32	7.96	3.29
	10	Gunma	8.1	1489	40	0.39	0.80	40	0.53	0.37	39	8.66	4.45
	11	Saitama	10.5	1401	14	0.57	0.53	13	0.35	0.19	13	5.07	2.18
	12	Chiba	14.2	1676	17	0.47	0.43	17	0.37	0.23	17	7.37	2.21
	13	Tokyo	12.0	1877	9	0.48	0.49	9	0.40	0.21	9	4.09	1.91
	14	Kanagawa	11.9	2138	10	0.18	0.11	11	0.25	0.16	10	4.80	2.92
		Subtotal	10.3	1577	148	0.42	0.61	148	0.44	0.28	144	7.56	3.65
Chubu (Hokuriku area)	15	Niigata	9.8	2504	63	0.31	0.68	63	0.37	0.19	63	7.11	2.82
	16	Toyama	8.9	2732	20	0.30	0.37	19	0.57	0.38	21	8.00	6.93
	17	Ishikawa	11.2	2454	35	0.26	0.27	35	0.42	0.20	32	7.52	2.31
	18	Fukui	11.3	2518	33	0.44	0.42	33	0.34	0.11	33	5.91	1.92
		Subtotal	10.2	2532	151	0.33	0.52	150	0.40	0.22	149	7.06	3.49
Chubu (central highland)	19	Yamanashi	8.8	1693	32	0.28	0.42	31	0.46	0.49	32	7.89	3.84
	20	Nagano	7.5	1765	93	0.53	0.81	93	0.53	0.28	89	6.56	3.58
	21	Gifu	9.2	2474	81	0.63	1.03	80	0.53	0.42	80	6.05	3.59
		Subtotal	8.3	2001	206	0.53	0.87	204	0.52	0.37	201	6.57	3.66
Chubu (Tokai area)	22	Shizuoka	11.7	2594	49	0.44	0.59	48	0.54	0.44	49	7.23	5.11
	23	Aichi	12.7	1958	20	0.33	0.54	19	0.51	0.35	20	5.31	2.58
	24	Mie	13.0	2402	35	0.26	0.30	35	0.45	0.20	35	7.19	3.40
		Subtotal	12.3	2440	104	0.36	0.50	102	0.51	0.35	104	6.85	4.22
Kinki	25	Shiga	11.6	2044	22	0.50	0.82	22	0.48	0.34	22	5.55	2.39
	26	Kyoto	12.3	1757	22	0.58	0.69	22	0.51	0.26	22	5.51	2.34
	27	Osaka	13.2	1447	3	0.10	0.04	3	0.45	0.10	4	3.27	1.07
	28	Hyogo	12.3	1672	38	0.46	0.57	38	0.46	0.27	38	4.58	2.26
	29	Nara	10.9	2206	32	0.44	0.46	32	0.57	0.44	32	4.94	2.19
	30	Wakayama	13.3	2416	41	0.47	0.67	34	0.63	0.38	41	5.06	1.74
		Subtotal	12.2	1961	158	0.47	0.63	151	0.53	0.35	159	5.01	2.15
Chugoku	31	Tottori	11.1	2089	25	0.59	0.69	28	0.51	0.32	28	7.17	2.82
	32	Shimane	12.2	1910	65	0.29	0.32	65	0.61	0.37	63	6.92	2.61
	33	Okayama	11.7	1478	50	0.46	0.65	50	0.60	0.35	49	5.59	2.89
	34	Hiroshima	11.6	1656	66	0.41	0.51	66	0.62	0.36	66	6.53	3.91
	35	Yamaguchi	13.1	1955	49	0.35	0.40	51	0.49	0.26	51	4.70	1.68
		Subtotal	12.0	1783	255	0.39	0.51	260	0.57	0.34	257	6.15	3.04
Shikoku	36	Tokushima	12.1	2414	33	0.40	0.44	32	0.52	0.42	33	6.17	2.29
	37	Kagawa	14.0	1207	9	0.08	0.11	9	0.37	0.29	9	2.95	1.27
	38	Ehime	12.9	1900	45	0.32	0.53	46	0.48	0.34	46	5.42	2.58
	39	Kochi	13.0	2820	57	0.33	0.51	57	0.53	0.28	57	6.34	2.06
		Subtotal	12.9	2301	144	0.33	0.49	144	0.50	0.33	145	5.80	2.39
Kyushu	40	Fukuoka	13.6	2062	33	0.46	0.35	34	0.51	0.25	34	6.16	1.51
	41	Saga	13.7	2233	14	0.30	0.23	13	0.36	0.14	13	7.84	3.04
	42	Nagasaki	14.9	2103	29	0.20	0.29	29	0.45	0.18	28	6.06	2.45
	43	Kumamoto	13.0	2489	57	0.34	0.54	58	0.29	0.17	58	5.81	3.18
	44	Oita	13.0	2054	61	0.35	0.36	61	0.29	0.14	59	7.49	3.76
	45	Miyazaki	13.4	2749	71	0.25	0.37	70	0.35	0.18	70	6.04	2.98
	46	Kagoshima	16.3	2687	62	0.55	0.94	62	0.36	0.17	62	7.05	3.11
	47	Okinawa	21.9	2405	11	0.26	0.28	9	0.25	0.09	11	5.02	3.02
		Subtotal	14.4	2438	338	0.36	0.54	336	0.35	0.19	335	6.49	3.10

* Mean values of forest sector in 1971–2000 (Japan Meteorological Agency 2002).

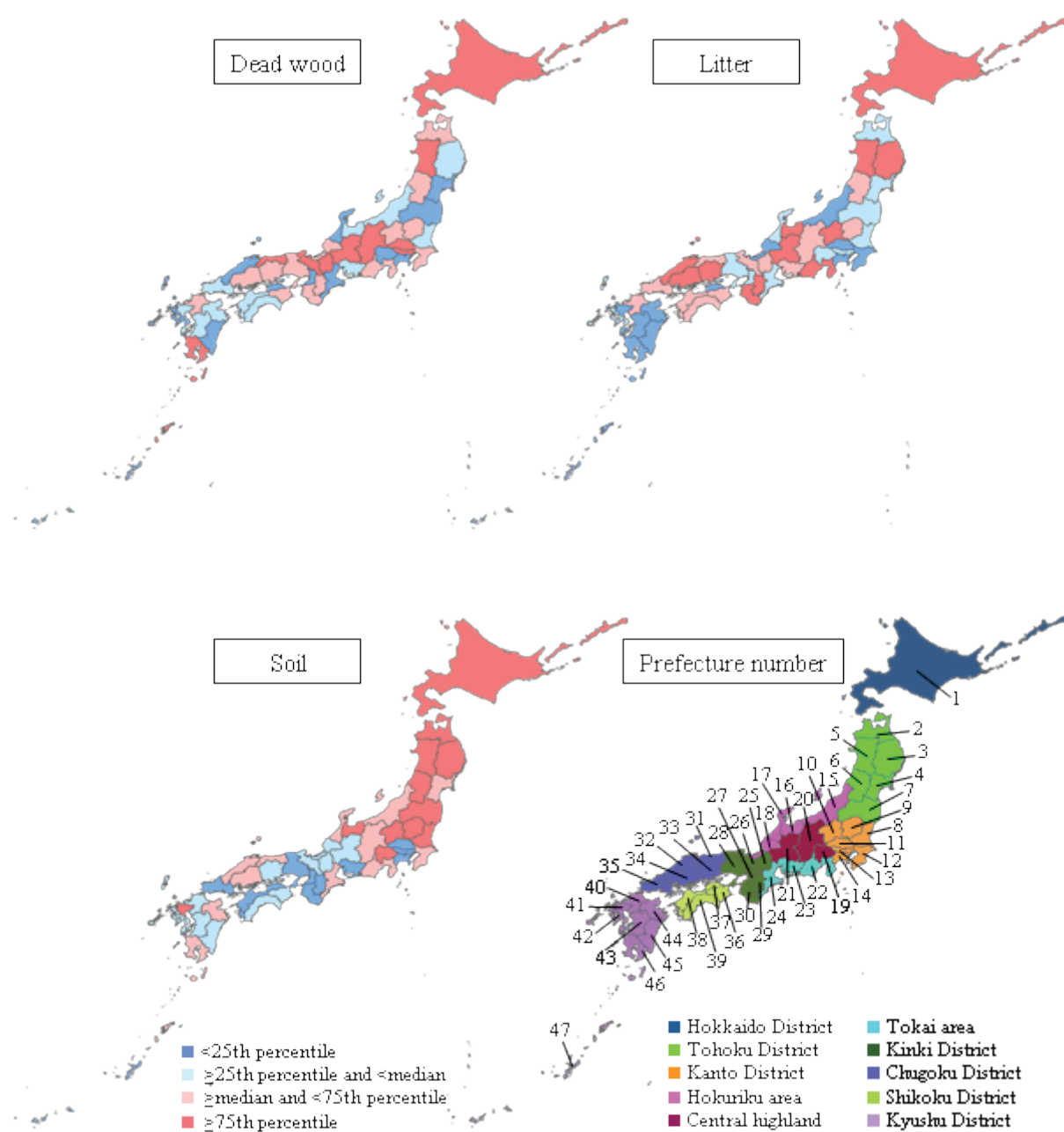
正：

Table 7 Climate condition and carbon stocks (kg m⁻²) of dead wood, litter, and soil at 0–30 cm in each prefecture

District	Prefecture number	Prefecture name	Mean temperature* (°C)	Annual precipitation* (mm)	Dead wood			Litter			Soil		
					Number of plots	Mean	Sample SD	Number of plots	Mean	Sample SD	Number of plots	Mean	Sample SD
Hokkaido	1	Hokkaido	4.9	1254	487	0.53	0.88	483	0.54	0.34	470	7.60	2.95
		Subtotal	4.9	1254	487	0.53	0.88	483	0.54	0.34	470	7.60	2.95
Tohoku	2	Aomori	8.2	1520	62	0.37	0.88	62	0.43	0.25	60	8.02	2.72
	3	Iwate	7.8	1434	102	0.30	0.37	104	0.57	0.36	100	8.59	2.83
	4	Miyagi	9.6	1450	42	0.21	0.37	43	0.38	0.26	42	6.99	2.53
	5	Akita	8.4	2001	94	0.66	0.73	95	0.54	0.26	94	7.99	2.86
	6	Yamagata	8.5	2189	58	0.44	0.77	59	0.47	0.30	57	8.49	3.14
	7	Fukushima	8.7	1508	89	0.25	0.39	91	0.46	0.25	87	8.15	3.16
		Subtotal	8.4	1673	447	0.39	0.62	454	0.49	0.29	440	8.13	2.92
Kanto	8	Ibaraki	11.9	1397	24	0.35	0.50	24	0.43	0.22	24	9.10	2.90
	9	Tochigi	9.3	1597	34	0.48	0.67	34	0.48	0.28	32	8.04	3.20
	10	Gunma	8.1	1489	40	0.39	0.80	40	0.53	0.37	38	8.93	4.26
	11	Saitama	10.5	1401	14	0.57	0.53	13	0.35	0.19	12	5.88	1.32
	12	Chiba	14.2	1676	17	0.47	0.43	17	0.37	0.23	17	7.38	2.21
	13	Tokyo	12.0	1877	9	0.48	0.49	9	0.40	0.21	9	4.09	1.91
	14	Kanagawa	11.9	2138	10	0.18	0.11	11	0.25	0.16	9	5.37	2.53
		Subtotal	10.3	1577	148	0.42	0.61	148	0.44	0.28	141	7.77	3.46
Chubu (Hokuriku area)	15	Niigata	9.8	2504	63	0.31	0.68	63	0.37	0.19	63	7.41	2.68
	16	Toyama	8.9	2732	20	0.30	0.37	19	0.57	0.38	21	8.18	6.87
	17	Ishikawa	11.2	2454	35	0.26	0.27	35	0.42	0.20	32	7.65	2.05
	18	Fukui	11.3	2518	33	0.44	0.42	33	0.34	0.11	33	5.95	1.90
		Subtotal	10.2	2532	151	0.33	0.52	150	0.40	0.22	149	7.25	3.40
Chubu (central highland)	19	Yamanashi	8.8	1693	32	0.28	0.42	31	0.46	0.49	32	8.25	3.49
	20	Nagano	7.5	1765	93	0.53	0.81	93	0.53	0.28	87	6.80	3.40
	21	Gifu	9.2	2474	81	0.63	1.03	80	0.53	0.42	78	6.66	3.26
		Subtotal	8.3	2001	206	0.53	0.87	204	0.52	0.37	197	6.98	3.39
Chubu (Tokai area)	22	Shizuoka	11.7	2594	49	0.44	0.59	48	0.54	0.44	49	7.34	5.02
	23	Aichi	12.7	1958	20	0.33	0.54	19	0.51	0.35	20	5.31	2.58
	24	Mie	13.0	2402	35	0.26	0.30	35	0.45	0.20	35	7.56	3.23
		Subtotal	12.3	2440	104	0.36	0.50	102	0.51	0.35	104	7.03	4.14
Kinki	25	Shiga	11.6	2044	22	0.50	0.82	22	0.48	0.34	22	6.27	1.96
	26	Kyoto	12.3	1757	22	0.58	0.69	22	0.51	0.26	22	5.20	1.51
	27	Osaka	13.2	1447	3	0.10	0.04	3	0.45	0.10	4	3.12	1.11
	28	Hyogo	12.3	1672	38	0.46	0.57	38	0.46	0.27	36	4.86	1.89
	29	Nara	10.9	2206	32	0.44	0.46	32	0.57	0.44	31	5.14	1.80
	30	Wakayama	13.3	2416	41	0.47	0.67	34	0.63	0.38	41	5.08	1.56
		Subtotal	12.2	1961	158	0.47	0.63	151	0.53	0.35	156	5.17	1.79
Chugoku	31	Tottori	11.1	2089	25	0.59	0.69	28	0.51	0.32	28	7.37	2.74
	32	Shimane	12.2	1910	65	0.29	0.32	65	0.61	0.37	63	6.94	2.61
	33	Okayama	11.7	1478	50	0.46	0.65	50	0.60	0.35	49	5.63	2.85
	34	Hiroshima	11.6	1656	66	0.41	0.51	66	0.62	0.36	66	6.48	3.78
	35	Yamaguchi	13.1	1955	49	0.35	0.40	51	0.49	0.26	51	4.79	1.65
		Subtotal	12.0	1783	255	0.39	0.51	260	0.57	0.34	257	6.19	2.98
Shikoku	36	Tokushima	12.1	2414	33	0.40	0.44	32	0.52	0.42	33	6.17	2.29
	37	Kagawa	14.0	1207	9	0.08	0.11	9	0.37	0.29	9	2.84	1.36
	38	Ehime	12.9	1900	45	0.32	0.53	46	0.48	0.34	46	5.53	2.56
	39	Kochi	13.0	2820	57	0.33	0.51	57	0.53	0.28	57	6.47	1.97
		Subtotal	12.9	2301	144	0.33	0.49	144	0.50	0.33	145	5.88	2.36
Kyushu	40	Fukuoka	13.6	2062	33	0.46	0.35	34	0.51	0.25	34	6.11	1.46
	41	Saga	13.7	2233	14	0.30	0.23	13	0.36	0.14	13	8.08	3.31
	42	Nagasaki	14.9	2103	29	0.20	0.29	29	0.45	0.18	28	6.06	2.45
	43	Kumamoto	13.0	2489	57	0.34	0.54	58	0.29	0.17	58	6.11	3.13
	44	Oita	13.0	2054	61	0.35	0.36	61	0.29	0.14	59	7.56	3.75
	45	Miyazaki	13.4	2749	71	0.25	0.37	70	0.35	0.18	68	6.31	2.28
	46	Kagoshima	16.3	2687	62	0.55	0.94	62	0.36	0.17	62	7.06	3.11
	47	Okinawa	21.9	2405	11	0.26	0.28	9	0.25	0.09	11	5.02	3.06
		Subtotal	14.4	2438	338	0.36	0.54	336	0.35	0.19	333	6.62	2.97

* Mean values of forest sector in 1971–2000 (Japan Meteorological Agency 2002).

図 6
誤:



正 :

