

未熟土地域における全木集材が 地力維持におよぼす影響

真 田 勝⁽¹⁾・山 本 肇⁽²⁾
大 友 玲 子⁽³⁾・真 田 悦 子⁽⁴⁾

Masaru SANADA, Tadashi YAMAMOTO, Reiko OHTOMO and
Etsuko SANADA : Effects of Full Tree Yarding on
the Maintenance of Soil Fertility of Immature Soil Region

要 旨：全木集材が、林地土壌および跡地の植栽木の生育におよぼす影響を明らかにするため、皆伐予定のトドマツを主とした天然生林で現存量調査を行い、伐採後は枝条放置区および枝条除去区を設置して植栽試験を行った。

伐採前の林況は、立木本数 1,016 本/ha, その約 90% がトドマツで、平均樹高 15.3 m, 平均胸高直径 19.7 cm, 胸高断面積合計 40.6 m²/ha であった。

この林分の乾物量および養分現存量を測定し、伐採にともなう養分の持ち出し量を求めた。

持ち出し量は全幹集材の場合は、各養分によって異なるが、その範囲は地上部の養分現存量の 32~58%, 全木集材の場合は 96~99% の持ち出し量となった。

枝条除去区と枝条放置区を設けてアカエゾマツの植栽試験を行った結果、枝条放置区の方が活着、成長ともに良好であった。

林地における枝葉の有無が土壌および造林木の成長に与える影響は大きく、単に栄養的な効果だけでなく、土壌マルチとしての効果も大きいようである。とくに当試験地のような養分に乏しい土壌では、枝条を林外に持ち出すことなく、できるだけ多く林地に還元しておくことが土壌保全、地力維持上大切なことであると考えられる。

I ま え が き

全木集材によって幹材および枝葉の林外への持ち出しが、林地土壌 および 跡地の植栽木の生育に 及ぼす影響を明らかにするため、昭和 43 年から 5 年間「全木集材の地力維持に及ぼす影響」の試験が国有林野事業特別会計の補助のもとで行われた。この試験地設定に際し、われわれは近距離で常時観察可能という点から札幌営林局恵庭営林署恵庭事業区 392 林班の皆伐予定のトドマツを主とした天然生林を選んだ。この地域の土壌は後述するように火山放出物未熟土で、かつ平坦な特殊地域であるので、土砂の流亡問題には触れず、表層土の性質の変化や造林木の成長調査に限定して研究を進めた。

この林班は営林署の計画では、全木集材ではなく、全幹集材であったので昭和 44 年 9 月全幹集材した跡地に人為的に枝条除去区と枝条放置区を設定し、前者は全木集材、後者は普通集材（枝条散布地拵）のモデルと考え、両区の A₀ 層および土壌の変化を調査した。

2 年後の 46 年 5 月、営林署の計画により、この地にアカエゾマツが造林されることになったので、この段階で枝条放置区、枝条除去区にそれぞれ施肥区、無施肥区を組みあわせ、造林木の活着、ならびに成

長についての調査を行った。

昭和 47 年度までの調査結果の概要は、特別会計報告書⁷⁾で報告したが、ここではその後の調査結果を含め、林床における枝条の有無が表土の性質や造林木の初期成長にどのような影響を与えるかについて考察を加えた。

この調査研究にあたり、有益な助言をいただいた当支場造林部長 原田 洸氏、現地調査に協力をいただいた、当支場土壌研究室員 永桶留藏、塩崎正雄、造林第 1 研究室員 藤村好子、渡辺富夫、高橋邦秀の諸氏、伐採から造林まで種々協力いただいた恵庭営林署の方々に厚くお礼申しあげる。

II 調査林分の解析

1. 調査林分の地況、林況

試験地を設定した恵庭事業区 392 林班は、支笏湖の東北東約 9 km、雄内自動車道沿いにおいて、地形は火山砂礫台地の平坦面で海拔 140 m に位置し、土壌は樽前山 (1,024 m) の噴火による降下堆積物を母材料とし、降下年代および粒径を異にする軽石および粗粒の火山砂が互層に厚く堆積する Im 型土壌で、その断面記載は下記のとおりである。

断面記載

- F 層 4.0 cm, 主としてトドマツ落葉からなる。
- IA 層 6.0 cm, 黒褐色 (7.5 YR²/₅), 有機物にとむ団粒構造からなる砂質壤土, 軟, 潤, 根系の分布は富む。
- II 層 12.0 cm, 黄褐色 (10 YR⁵/₆), 粗粒の火山砂からなる。
- III 層 10.0 cm, 黄橙色 (10 YR⁷/₈), 樽前山火山放出による多孔質の軽石からなる。
- IV 層 13.0 cm, 明黄褐色 (2.5 Y⁶/₄), 樽前山火山放出による多孔質の軽石からなる。
- V 層 15.0 cm+, 黒褐色 (10 YR²/₂), 有機物にとむ壁状構造からなる壤土, 堅, 湿, 根系の分布は含む。

本調査地の土壌は非常に薄い A 層からなり、その直下は極めて栄養分に乏しい火山放出物によって構成され、その厚さは約 40 cm もあり、非常に特殊な土壌が分布する地域である⁶⁾。

調査を始めた昭和 43 年当時、この付近一帯は、トドマツを主とした天然林 (約 100 年生前後) でおお

Table 1. 直径階別本数分布
Number of trees in each diameter grade ((本) Number/640 m²)

樹種 Species 直 径 D. B. H. cm	トドマツ <i>Abies</i> <i>sachalinensis</i>	エゾマツ <i>Picea</i> <i>jezoensis</i>	ミズナラ <i>Quercus</i> <i>crispula</i>	サワシバ <i>Carpinus</i> <i>cordata</i>	アズキナシ <i>Sorbus</i> <i>alnifolia</i>	計 Total
～ 10	10	0	0	0	0	10
11 ～ 15	11	2	0	1	1	15
16 ～ 20	9	0	0	0	0	9
21 ～ 25	6	0	0	0	0	6
26 ～ 30	14	0	1	0	0	15
31 ～ 35	6	0	3	0	0	9
36 ～	1	0	0	0	0	1
計 Total	57	2	4	1	1	65

われていたが、中でも針葉樹が密生している箇所を試験地として選び、昭和43年9月に20 m×32 m (640 m²) を区画し、毎木調査をした。その結果を整理すると Table 1 のとおりである。

この林分は立木本数 1,016 本/ha、そのうち約 90% がトドマツでその平均樹高は 15.3 m (範囲 4.0～23.5 m)、平均胸高直径 19.7 cm (範囲 6～38 cm)、胸高断面積合計 40.6 m²/ha である。そのほか、エゾマツ、ミズナラ、サワシバ、アズキナシ、エゾイタヤ、キハダなどの中小径木が混在する。大径木はほとんどなく、以前に択伐された形跡もあり、本数分布をみると、樹高では、10 m と 20 m 前後に、また胸高直径では、15 cm と 30 cm にそれぞれピークがみられ、複層林型を呈していた。

林床植生は、上木の疎開しているところではクマイザサやチシマザサが優占している。試験地のように、針葉樹が密生しているところでは、トドマツ・エゾマツの稚樹が比較的良好に発生しており、フッキソウ、マイヅルソウ、ベニバナイチヤクソウ、ツバメオモト、ユキザサなどがみられ、部分的には、ノリウツギ、オオバスのノキ、イヌツゲ、エゾイチゴなどのかん木類がみられる。

2. 林分の養分現存量

毎木調査の結果から、胸高直径階別本数分布を求め直径分布に対応させて、5 本の供試木を選定し伐倒した (Table 2)。伐倒供試木は地上部の重量を部位別に秤量した。また A₀ 層は 1 m² コードラートを 3 か所設けて採取した。林床植生は 4 m² を刈り取り秤量し、それぞれ乾燥、粉碎した後養分分析に供した。

養分分析の方法は、樹体および A₀ 層については N はケルダール法、P₂O₅、K₂O、CaO は硝酸一過塩素酸で湿式灰化し、土壌の可給態 P₂O₅、K₂O は N/5 HCl で抽出し、P₂O₅ はモリブデン青比色法、K₂O は炎光法、CaO は EDTA 滴定法によった。置換性石灰はショーレンベルガー法、腐植は弘法・大羽法⁵⁾によった。

林木各部位の重量は、胸高断面積比推定法により、A₀ 層と林床植生の測定値は面積比から、それぞれ ha 当たりに換算して乾物ならびに養分現存量を求めた。

林木の各部位の養分濃度は着生位置によってかなり異なるので²⁾³⁾⁹⁾¹²⁾、林木各部位を階層ごとに区分して養分分析を行った。その平均値と濃度範囲を示すと Table 3 のとおりである。

部位別の養分濃度を 35～38 年生のトドマツおよびアカエゾマツ優良造林地の調査結果¹⁾³⁾と比較してみると、各部位ともに養分濃度は低い値を示している。これらは調査地の土壌条件のちがいによるものと思われ、同じ土壌条件を有する恵庭の 34 年生造林地¹⁴⁾との比較では、むしろ天然林の方が、わずかに高濃度を示す傾向が認められる。いずれにしても、N、CaO はともかく、P₂O₅ は優良造林地のトドマツにくらべ非常に低い。

Table 2. 伐倒供試木
Cutting sample trees

No. Tree No.	樹 高 Height (m)	枝 下 高 Branch height (m)	胸高直径 D. B. H. (cm)	乾 物 重 量 Dry weight (kg)				計 Total
				幹 Stem	枝 Branches	葉 Needles	枯 枝 Dead branches	
13	22.6	12.6	28.0	185.1	47.2	25.0	13.8	271.1
23	21.3	8.4	30.0	196.5	55.6	29.4	22.3	303.8
27	19.4	12.3	21.5	122.4	28.4	15.0	3.4	169.2
34	9.6	7.3	8.0	8.9	1.3	0.7	1.3	12.2
47	12.7	8.3	12.0	24.8	5.6	3.0	2.8	36.2

Table 3. 天然林の構成要素養分濃度
Nutrient concentration in each component of natural forest

構成要素 Component	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %
幹 Stem	0.14 (0.09~0.18)	0.01 (0.01~0.02)	0.12 (0.12~0.13)	0.36 (0.23~0.48)
枝 Branches	0.28 (0.16~0.52)	0.04 (0.01~0.10)	0.21 (0.05~0.40)	0.66 (0.56~0.81)
葉 Needles	1.17 (1.15~1.21)	0.18 (0.18~0.18)	0.64 (0.50~0.71)	1.13 (0.97~1.22)
林床植生 Floor plant	1.17	0.25	0.83	1.00
A ₀ 層 A ₀ layer	1.60	0.23	0.14	1.82

(): 濃度範囲 Range of concentration.

Table 4. ha 当たり乾物重量および養分含有量
Dry weight and nutrient contents of natural forest per ha

構成要素 Component	乾物重量 Dry weight (ton/ha)	養 分 含 有 量 Nutrient contents (kg/ha)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
林木地上部 Tree of above ground	173 (91)	551 (34)	68 (31)	405 (55)	1,073 (38)
{ 幹 Stem	117 (62)	254 (16)	23 (11)	221 (30)	629 (22)
{ 枝 Branches	40 (21)	110 (7)	16 (7)	83 (11)	264 (9)
{ 葉 Needles	16 (8)	187 (11)	29 (13)	101 (14)	180 (6)
林床植生 Floor plant	1 (0.5)	14 (0.9)	3 (1)	10 (1)	12 (0.4)
A ₀ 層 A ₀ layer	16 (8)	255 (16)	37 (17)	23 (3)	289 (10)
土 壌* Soil	—	818 (50)	110 (51)	298 (41)	1,479 (52)
合 計 Total	190	1,638	218	736	2,853

* 深さ 50 cm までの養分量 Nutrient contents of soil to the depth of 50 cm.

(): 分布割合 Ratio of distribution.

この林分の ha 当たりの乾物重量および養分現存量は Table 4 に示すとおりである。

この林分の現存量を、38年生のトドマツ、アカエゾマツ優良造林地の現存量⁸⁾と比較してみると、林木の乾物量では大差がなく、葉量なども造林地で通常に認められる程度の量である。しかし、養分量は両者の間に多少の相違があり、この天然林は上記の造林地の林分にくらべて N や K₂O の含有量が多く、とくに幹に多く含まれていた。しかし P₂O₅ は少なくとくに葉の P₂O₅ 含有量が少なかった。

A₀ の量は針葉樹天然林としては比較的少ない方で¹⁰⁾、良く保育された造林地で普通にみられる程度の量である⁸⁾¹³⁾。また、深さ 50 cm までの土壌に含まれる養分量は褐色森林土壌に比べ非常に少なく、林木および A₀ 層中の養分量とはほとんど同量程度であり、K₂O にいたっては林木の保持する量よりも少ない量しか含まれていない計算になり、林木、A₀ 層および土壌における養分の分布割合をみると、普通の

Table 5. 伐採搬出による養分持ち出し量および比率
Nutrients removal by logging

	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
枝条放置（全幹集材） Branches remained (Stem-length yarding)	254	45	23	32	221	53	629	58
枝条除去（全木集材） Branches removed (Full tree yarding)	551	98	68	96	406	98	1,073	99
地上部養分現存量 Nutrient contents of above ground part	565	100	71	100	416	100	1,085	100

褐色森林土の場合は、土壌中に含まれる割合が各養分とも、70～90%をしめるが⁸⁾¹³⁾¹⁴⁾、この場合は、いずれも50%台で、K₂Oでは、41%とかなり低く、林木に含まれる量よりも少ない結果が得られたが、これは、ほぼ同一地域での山本¹⁴⁾の調査結果と一致しており、この地域の特徴とみられる。

3. 林分伐採搬出による養分持ち出し量の計算

林分が伐採される場合、通常は幹のみが、林外に持ち出されるが、全木集材の場合には枝葉類も持ち出されるため、養分の持ち出し量は非常に多くなる。実際の伐採に際しては、これらの持ち出し量の他に裸地化したための養分流亡も考えなければならないが、ここでは単純に Table 4 から養分持ち出し量を計算すると Table 5 のようになる。

これによると、この林分を伐採搬出することにより、養分の持ち出し量では CaO が最も多くついで N、K₂O となり、P₂O₅ は最もすくない計算となる。また、現存量に対する持ち出し率でも、CaO が最も高く、ついで N、K₂O、P₂O₅ の順となった。

N では、A₀ 層をのぞく地上部の現存量 565 kg/ha に対し、幹のみを搬出しても45%に相当する 254 kg/ha が林外に持ち出されることになる。さらに全木集材によって枝葉をも搬出した場合には、実に 98 %の養分量が持ち出されることになり、その跡地にはわずか2%の林床植生の分だけが残されることになる。

P₂O₅ は、幹にはわずかの量しか含まれていないので幹だけの集材をした場合には P₂O₅ 現存量の32%の持ち出し量にとどまるが、全木集材の場合には、P₂O₅ を多く含む葉も持ち出されるので96%の持ち出し量となる。

K₂O および CaO は、幹にもかなり含まれているので、幹のみを集材しても現存量の半分以上の53～58%が持ち出され、さらに枝葉も含めて林外に持ち出す全木集材の場合には、98～99%の持ち出し量となる。この試験地のように養分の少ない未熟土における全木集材は土壌悪化をきたす危険性が大きいと推察される。林木の伐採搬出時に枝葉を林地に放置することは、養分の持ち出し量を全木集材の場合の約半分にとどめることができるようである。

全木集材のように林地に枝条を残さない搬出方法は、機械化された集材作業の能率や、その後の植林作業の能率向上には得策かも知れないが、森林生態系の養分循環、地力維持の立場からみると、好ましい方法とはいえないようである。とくにこの試験地のような土壌条件下では、養分不足による林地荒廃を急速にひきおこす危険性が大きいと考えられる。

Ⅲ 地拵時の枝条処理が土壌の性質および 造林木の成長におよぼす影響

1. 試 験 方 法

昭和 44 年 9 月、皆伐後林内作業車（三菱-FTE 型）で全幹集材し、その跡地に 40 m×47 m (1,880 m²) の面積を試験地として区画した。その後この区画を 4 分して、枝条放置区、枝条除去区を 2 回反復で設定し、枝条放置区内は枝条類が均一になるようにし、また、枝条除去区内の枝条は試験地外に搬出した。

枝条放置区内の枝条量は、Table 4 の林木の枝、葉の乾物量の合計すなわち、56 ton/ha に相当するとみなした。

昭和 45 年 5 月に 1 冬経過した時点で、観察した結果、枝条の放置状態に多少のムラが認められたので、区内に枝条が均一に放置されるよう再調整した。なお、周囲の一般施業地はこの年の秋に筋刈、筋寄せの地拵が行われた。

昭和 46 年 5 月にアカエゾマツ 5 年生苗（平均苗長 35 cm）を植栽した。

その後、各区を細分し施肥を組み合わせ、Table 6 のような試験設計にした。この中で枝条除去・枝条相当量施肥区とは枝葉中に含まれる養分量を化学肥料で補った場合に造林木の生育はどのような経過を示すかを知るために設定したものであり、一般施業地とは試験区周囲の一般施業地の生育も同時に測定観察するために設定したものである。なお、一般施業地は、筋刈筋寄せ地拵なので植付筋の地床は枝条除去区の地床とほぼ同じ状態であった。

以上のような処理によって、各区に供給される養分量は異なり、枝条放置区、枝条除去区の林床に残された養分量を Table 5 から計算し、さらに、施肥により供給された量を加えると、計算上の養分供給量

Table 6. 植 栽 試 験 設 計

Design of experimental plot

(kg/ha)

区 Plot	反 復 Repeti- tion	施 肥 量 Fertilizer amount			計算上の養分供給量 Nutrient supply to forest land		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
枝 条 放 置 Branches remained	2	—	—	—	311	48	195
枝条放置・施肥 Branches remained, fertilization	2	35	23	16	346	71	211
枝 条 除 去 Branches removed	2	—	—	—	14	3	10
枝条除去・施肥 Branches removed, fertilization	1	35	23	16	49	26	26
枝条除去・枝条相当量施肥 Branches removed, fertilization as same nutrient amount as con- tained in branches	1	297	44	184	311	48	195
一 般 施 業 地 General working area	1	—	—	—	—	—	—

注：化成肥料（24-16-11）N-10 g/1 本、環状施肥

Note：Compound fertilizer, fertilization around the seedling.

は Table 6 右欄のようになる。すなわち、枝条放置区では N 311 kg/ha, P_2O_5 48 kg/ha, K_2O 195kg/ha となり、枝条放置施肥区では、この量に施肥量だけ加算された量となる。枝条除去区では枝条の林外持ち出しによって、非常に少なく、草本やかん木中に含まれる養分量しか供給されず、N 14 kg/ha, P_2O_5 3 kg/ha, K_2O 10 kg/ha となり、枝条除去・施肥区では、これに施肥量だけ加算された量となる。また、枝条除去・枝条相当量施肥区では、枝葉中の養分量を化学肥料で補っているわけであるから、枝条放置区と同じ養分量が供給されたことになる。

A_0 層および土壌については、伐採前に調査を行い、さらに伐採後の変化を枝条放置区と枝条除去区に定点を設けて表層土を中心に調査をつづけた。

植栽木の成長調査は、植付け 3 か月後に活着調査し、成長量は毎年秋に植栽木全木数について伸長量を測定した。

2. 試 験 結 果

(1) A_0 層および表層土壌の変化

閉鎖した林分を伐採した場合には、急激な環境条件の変化をうけ、土壌の諸性質とくに A_0 層の形態、性質が急変していくことが予想される。

トマツを主とする天然林の伐採跡地に枝条除去区と放置区を設定し、 A_0 層の形態変化を 5 年間継続調査した結果を示すと、Fig. 1 のとおりである。

すなわち伐採前の天然林下の F 層の厚さは 4.0 cm, A 層の厚さは 6.0 cm である。この天然林を伐採すると枝条放置区では、1 年目は放置された枝条のため F 層は増加しその厚さは 6.0 cm となるが、2 年目には分解が進み、伐採前の厚すなわち 4.0 cm になる。F 層の厚さはさらに年数の経過とともに減少し 4 年目になると 2.0 cm になり、ここではじめて H 層の形成が認められ、5 年目になると、形成されていた H 層は消失し F 層 2.0 cm の厚さとなる。これに対し、枝条除去区は、伐採後 1 年目に F 層の厚

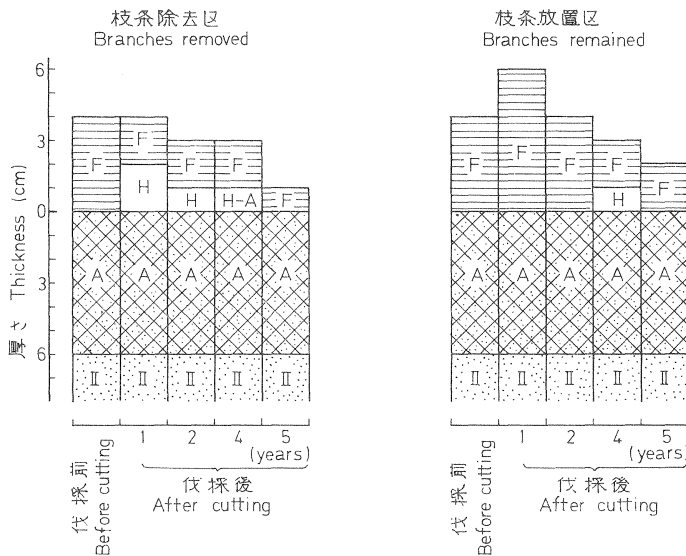


Fig. 1 A_0 層 の 変 化
Change of A_0 layer.

さは著しく減少し、H 層の形成がみられる。2 年目で H 層の減少があるが、4 年に至ると F 層の厚さは 2 年目と同様 2.0 cm となり、ここで H 層から H-A 層の形成をみる。さらに 5 年目には H-A 層が消失し F 層は 1.0 cm と薄くなる。

これら両処理区における A₀ 層の分解過程を比較すると、枝条除去区は伐採後 1 ないし 2 年目に、また枝条放置区は前者に比べてややおくれ 4 年目に、A₀ 層の形態変化が起る傾向がみられた。しかし 5 年目における、両処理区の A₀ 層についてみると、両区の間に極端な差はみられず、ほぼ同様の形態を示している。

つぎに土壌の化学的諸性質を示すと Table 7 のとおりである。

土壌 A 層の pH および置換性石灰の変化をみると、枝条除去区の pH は 2 年目で急激に上昇し 5.3 を示すが、その後の変化はみられない。この傾向は A 層の置換性石灰においても同様で、伐採前にくらべて 2 年目で約 2.5 倍の増加を示しているが、その後の変化はみられない。

一方、枝条放置区の 2 年目では、pH および置換性石灰は、伐採前とほぼ同様の値を示し、ほとんど変化がみられないが、5 年目に至って pH は急激に上昇し 5.27 を示す。また置換性石灰も増加し伐採前の約 2 倍の量になる。

A 層の炭素および炭素率の変化をみると、枝条除去区の炭素は 2 年目でわずかに増加しているが、その後の変化は全く認められない。炭素率は 2 年目で 15.8 から 13.3 に低下するが、5 年目に 16.7 とやや高くなる。枝条放置区の炭素は 2 年目では全く変化は認められないが 5 年目に至ってわずかに増加の傾向をみせている。炭素率は 2 年目で 15.8 から 19.5 と高くなるが 5 年目では 17.4 と低下の傾向をみせている。しかし伐採前にくらべてやや高い値を示す傾向がみられた。

これらの結果から、伐採 2 年後における枝条除去区は枝条放置区に較べてかなり A₀ 層の分解の進んでいることが考えられるが、しかし伐採後 5 年目になると、両者の差はほとんど認められなく類似した数値を示すようになる。

Table 7. 土 壌 の 化 学 的 性 質
Chemical properties of the soil

			層 位	pH	C	N	C/N	置換性 石 灰 Exch. Ca	置換容量 C. E. C.	石灰飽和度 Rate of exch. Ca saturation
			Horizon	(H ₂ O)	(%)	(%)		(m. e./ 100 g)	(m. e./ 100 g)	(%)
伐 採 前 Before cutting			F	4.83	46.4	1.61	29.0	48.1	112.1	42.9
			A	4.81	10.4	0.66	15.8	6.9	24.6	28.1
伐 採 後 After cutting	2 年 2 years	枝条放置区 Branches remained	F	4.82	57.1	1.71	33.4	48.2	121.2	39.7
			A	4.80	10.7	0.55	19.5	7.2	36.5	19.7
		枝条除去区 Branches removed	F	5.33	32.8	1.48	23.1	58.9	123.6	47.6
			A	5.30	12.1	0.92	13.3	17.0	44.4	38.2
	5 年 5 years	枝条放置区 Branches remained	F	5.37	48.7	1.98	24.1	63.5	131.6	48.2
			A	5.27	11.7	0.68	17.4	12.8	36.6	34.9
		枝条除去区 Branches removed	F	5.37	44.7	1.82	24.5	51.8	127.2	40.8
			A	5.31	12.9	0.77	16.7	16.7	45.9	36.4

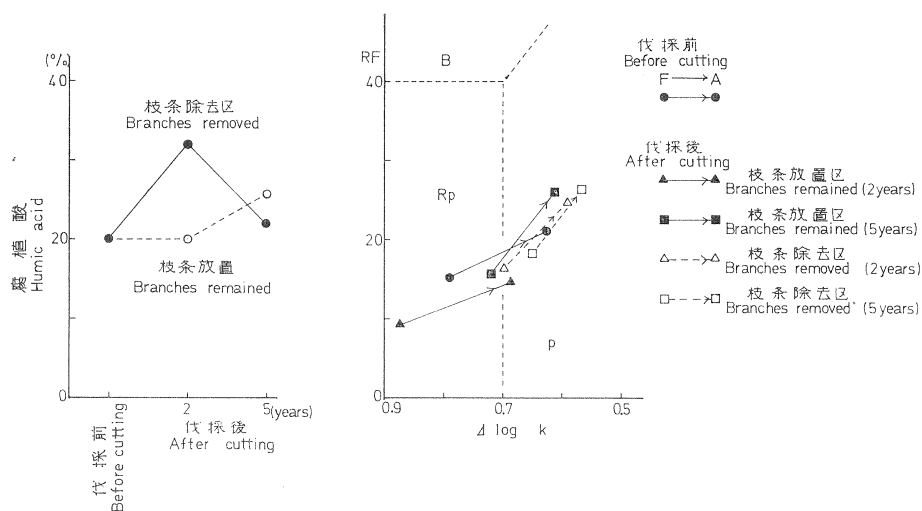


Fig. 2 腐植酸の変化および光学的性质
Optical properties and change of humic acid.

さらに腐植酸量および光学的性质の変化についてみると、Fig. 2 に示すとおりである。

これによると枝条除去区は、2年目に腐植酸の増加があり5年目になって減少する。一方枝条放置区では2年目は伐採前と類似の値を示すが、5年目になると腐植酸は増加の傾向をみせている。また腐植酸の光学的性质では、2年目の枝条放置区は伐採前にくらべて RF の低下と $\Delta \log K$ の増大が目立つが、枝条除去区は RF のやや増大と $\Delta \log K$ の減少がみられる。これら両者の間には伐採後2年目で、かなり異なった結果があらわれている。しかし5年目では、枝条除去区の F 層における RF は 18.2, $\Delta \log K$ は 0.66, A 層の RF は 26.3, $\Delta \log K$ は 0.57 となり、枝条放置区の F 層の RF は 17.2, $\Delta \log K$ は 0.73, A 層の RF は 26.7, $\Delta \log K$ は 0.62 の値となり、両者の間にわずかの差異しか認められない。

以上のように伐採後2年目の枝条放置区と枝条除去区では、かなり A₀ 層の形態、A 層の化学的性质、腐植酸の性質などに異なった結果が認められたが、5年目ではこれらのちがいはほとんどみられなくなり、ほぼ類似の性質を示している。

山谷¹¹⁾はヒバ天然生林の皆伐後2年目において、多量に堆積している腐植は分解をうけ、土壤理化学性の上に大きな影響をあたえると述べている。また四手井、堤⁸⁾は高野山国有林における調査の結果、皆伐後有機物の分解が促進され、A₀ 層の厚さを減じ、皆伐の影響はまず A₀ 層、第1層にあらわれることを明らかにしている。

この試験地でも、天然林下に厚く堆積していた A₀ 層が、伐採後急激に変化し、枝条除去区では2年目で A₀ 層の形態変化をおこし、A 層の化学的性质、腐植酸の性質にも影響を与えた。枝条放置区は、これより時間的に多少遅れはするが、やはり類似の変化がおきている。この報告は、伐採後5年目までの変化を調べたものにすぎないが、今後さらにこの A₀ 層や土壌がどのような変化をしてゆくか、その推移過程を追究する必要があるだろう。

(2) 造林木の活着と成長

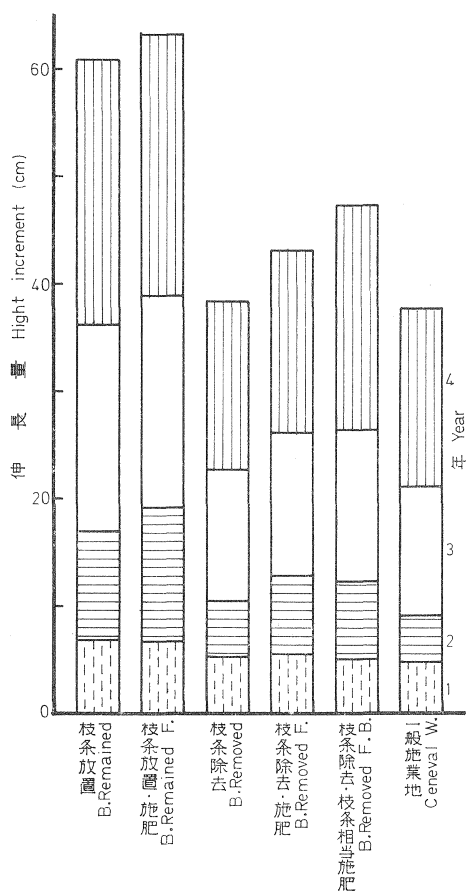
植栽後、毎年秋に成長量を測定し、各区の年伸長量を求め、Table 8, Fig. 3 の結果を得た。

Table 8. 植栽木の成長

Growth of planted trees

区 Plot	植栽本数 Planting number (本)	活着率 Rate of survival (%)	樹高 Height (cm)	4年間の 成長量 Growth of 4 years (cm)	指数 Index	
枝条放置 Branches remained	148	100	94.8	60.9	100	(100)*
枝条放置・施肥 Branches remained, fertilization	184	100	94.4	63.4	104	(104)
枝条除去 Branches removed	184	95	74.4	38.5	63	(100)
枝条除去・施肥 Branches removed, fertilization	96	97	82.7	43.3	71	(112)
枝条除去・枝条相当量施肥 Branches removed, fertilization of the nutrient amount as con- tained in branches	95	98	88.6	47.5	78	(123)
一般施業地 General working area	64	98	74.0	37.8	62	

*: 肥効指数 Fertility index.



植栽本数は各区 100 本を目標としたが、伐根や天然稚苗などの関係でかなり少ない区もできた。

苗木の活着の状況をみると、枝条放置区はいずれも 100% の活着率であったが、枝条を除去した区では若干の枯損が生じた。

これは植栽当時、晴天が続き、かなり土壌が乾燥しており、とくに枝条除去区は地表被覆物がほとんどなく、直接鉱質土壌が温められ乾燥が著しかったことが枯損の主たる原因と考えられる。また枝条放置区と枝条除去区における活着率のちがいは、2～5%にすぎないが、植付け当年の伸長量は、Fig. 3 にみられるように、枝条除去区は、枝条放置区にくらべ、かなり小さく、枝条放置区は順調に活着したのに対し、枝条除去区では、最終的に活着はしたものの、完全に活着するまでに相当日数を要したため樹勢がおとろえ成長に影響したものとみられる。

Fig. 3 植栽木の連年成長
Annual growth of planted trees.

さらに連年の伸長量をみると、枝条放置区では植付け当初より順調な生育で4年間に約60 cmの成長量となった。この成長量は、道内のアカエゾマツの平均的成長量⁴⁾と比較するとかなり良い値である。これに対し、枝条除去区では、前述のように活着に難がありその後の成長も悪く、その差は年々大きくなり、4年後では約20 cmの成長差がみられた。

その理由はいろいろ考えられるが、枝条放置区の枝条は植栽後1～2年の間には、まだ分解されていないので枝条の養分が吸収されたとは考えられず、枝条による土壤マルチの効果が大きかったものと考えられる。放置された枝条は徐々に分解し、植栽時は厚く推積していた枝条が、前述のように伐採後5年目ではかなり分解が進み、一見したところ、枝条処理のちがいが、わからない程度まで分解しており、3～4年目の成長は、分解された枝条養分も吸収し、枝条除去区よりも旺盛な生育を示したものと考えられる。

つぎに各区における施肥効果の関係をみると、まず枝条放置区と枝条放置・施肥区をくらべると、2年目の伸長量がわずかに施肥区が大きかったほかは、ほとんど成長差はみられず肥効指数は、わずか4%の増にとどまり、アカエゾマツのこれまでの成長に必要な養分量は、土壤および枝条の分解した養分量では満たされていると解される。

一方枝条除去区内の施肥効果を検討すると2年目頃からわずかながら施肥区が良い成長を示し、4年目では約7～8 cmの差がみられる。枝条除去区の成長量を100とすると、枝条除去・施肥区は12%増、枝条相当量施肥区は23%増と肥効指数では大きな値が得られた。この試験地は前述のように非常に土壤養分の乏しいところなので、1回の施肥でこれだけの施肥効果がみられたものと思われる。さらに施肥量、施肥回数などを多くすれば施肥効果も大きく現われるものと思われるが、ただ1回の施肥量を多くしただけでは期待したほど成長は増加しない。枝条相当量施肥区は、枝条除去区の中では成長がよく、肥効指数も高いが、枝条放置区（Table 6で養分的にはほぼ等しいと計算されている）とくらべると成長量ははるかに及ばない。このことは非常に興味のあるところであり、枝条の有無、地拵の方法によって造林木の活着および初期成長に与える影響が大きいことが考察された。

以上のように枝条放置はアカエゾマツの初期成長には良い結果をもたらしている。しかし前述のように5年目における土壤条件に処理差がほとんどみられないことなどから今後の成長を予測することは困難なので他日機会をみて、再度この林分の成長状態をしらべてみたい。

IV む す び

この試験では森林の伐採による養分の持出量を計算し、さらに養分の持ち出しが土壤と植栽木の成長に与える影響をみたが、林木の成長に対する枝条の役割は、単に養分関係の問題だけでなく、鉾質土壤をまもる被覆物としてのはたらきも大きいようである。すなわち、土壤の乾燥を防ぎ、水分条件を良好に保ち、土壤微生物のはたらきをたすけ、有機物の分解を促進し、結果的に造林木の成長をうながすものと考えられる。また、枝条類による土壤被覆は雨水などによる土壤侵食を防止する効果もあり、とくにこの試験地のような土壤養分に乏しいところでは、伐採にともなって林外に持ち出す量をできるだけ少なくし、枝条などは林地に還元しておくことが土壤保全、地力維持の上で大切なことであろう。

文 献

- 1) 原田 洸・山本 肇・塩崎正雄：アカエゾマツの成長と土壤条件ならびに養分含有量について(Ⅱ) 日林講, 82, 85~87, (1971)
- 2) 原田 洸・真田 勝・塩崎正雄：北見市若松のアカエゾマツ優良造林地の養分現存量, 日林北支講, 21, 51~54, (1972)
- 3) 原田 洸・佐藤久男・堀田 庸・蜂屋欣二・只木良也：スギ壮齡林の養分含有量に関する研究, 林試研報, 249, 17~74, (1972)
- 4) 新田季利：アカエゾマツ造林地の生長, 北方林業叢書, 40, 2~29, (1968)
- 5) 大羽 裕：土壤腐植研究法Ⅱ, 腐植の組成(形態)分析法, ペドロジスト, 8, 2, 108~115, (1964)
- 6) 林野庁・札幌管林局：札幌管林局土壤調査報告, 2, 恵庭事業区, (1966)
- 7) 林業試験場：全木集材の地力維持に及ぼす影響, 特別会計技術開発試験成績報告書, 163~171, (1973)
- 8) 四手井綱英・堤 利夫・木村隆臣：環境の変化に応ずる有機物の消長について(1), 日林講, 65, 119~121, (1956)
- 9) 真田 勝：施肥窒素の行動に関する研究, トドマツ苗木に吸収された窒素の部位別, 齡階別分布, 日林講, 84, 256~257, (1973)
- 10) 四大学合同調査班：森林の生産力に関する研究(Ⅰ) 北海道主要針葉樹林について, 国策パルプ工業KK, 81~85, (1960)
- 11) 山谷孝一：ヒバ林地帯における土壤と森林生育との関係, 林土調報, 12, 90~94, (1962)
- 12) 山本 肇・真田 勝・真田悦子：トドマツの生育と養分含有量の関係ならびに地力維持に関する2, 3の考察について, 林試北支場年報, 1965, 32~55, (1966)
- 13) 山本 肇・塩崎正雄・原田 洸：アカエゾマツの成長と土壤条件ならびに養分含有量について(Ⅰ) 日林講, 82, 83~85, (1971)
- 14) 山本 肇：異質な土壤母材に成立するトドマツの生長と養分吸収について, 北方林業, 301, 16~19, (1974)

**Effects of Full Tree Yarding on the Maintenance of
Soil Fertility of Immature Soil Region**

Masaru SANADA⁽¹⁾, Tadashi YAMAMOTO⁽²⁾,
Reiko OHTOMO⁽³⁾ and Etsuko SANADA⁽⁴⁾

Summary

The study reported here examined the effects of full tree yarding on the maintenance of soil fertility in natural forest consisting mainly of Todo-fir (*Abies sachalinensis*) of immature soil region.

Timber cruise and soil survey were conducted before cutting, and amount of current nu-

Received May 27, 1975

(1) (2) (3) (4) Hokkaido Branch Station

trients was estimated.

Two plots were established on clear cut area; one of them was with removed waste wood and branches (full tree yarding), and the other was left waste wood and branches as it is (full stem yarding). These plots were planted with seedlings of Akaezo spruce (*Picea glehnii*).

Thereafter, growth of seedlings and changes in chemical properties of surface soil were surveyed.

1) The soil profile is very specific with thin A-layer followed with very coarse volcanic ejecta low in nutrients having thickness of 40 cm.

2) There were 1,016 trees per hectare in this stand and Todo-fir (*Abies sachalinensis*) occupied 90% of the number. Average height and D. B. H., and basal area of the stand were $\frac{15.3 \text{ m}}{4.0 \sim 23.0 \text{ m}}$, $\frac{9.7 \text{ cm}}{6 \sim 38 \text{ cm}}$, 40.6 m²/ha respectively (note : numerator average, denominator range).

3) Total of dry matter and current nutrients in this stand are tabulated as in Table 4. Nutrient contents in immature soil are far less than those in brown forest soil.

4) Removal of nutrients with logging was estimated from amount of current nutrients in whole stem and whole tree (Table 5), and it was found that removal of CaO was largest followed by removal of N, K₂O, P₂O₅ in turn. 32~58% of total nutrients were removed with whole stem yarding, while 96~99% with whole tree yarding.

5) Judging from of A₀-layer and chemical properties of A-layer at 2 years after cutting, decomposition progressed considerably on the plot with removed waste wood and branches than the plot left waste wood and branches as it is. At 5 years after cutting, there was no remarkable difference in these plots (Table 7, Fig. 1, 2).

6) Survival percentage of seedlings was 100% on the plot left waste and branches as it is, while there were found several dead seedlings on the plot with removed waste and branches. Growth of seedlings is favorable on the former plot, while inferior on the latter, and difference between plots have increased year after year.

Fertilizing index was larger in the latter plot than the former.

Among the plots with removed waste wood and branches, on the plot fertilized with nutrients corresponding to those being contained in waste wood and branches, growth of seedlings is better and fertilizing index is also high, but growth of seedlings far inferior to that on the plot left wasted wood and branches (Table 8, Fig. 3).

The effects of leaving waste wood and branches as it is on planted seedlings, is seemingly favorable not only from nutritional point of view but as function of mulch.