

研究資料 (Research record)

スギミニチュア採種園の土壌性状 ー採種園造成・管理における施肥基準策定のための基礎情報ー

小野 賢二^{1)*}、竹田 宣明²⁾、宮本 尚子²⁾

要旨

スギ優良品種の種子生産を目的とした採種園では母樹への負担が大きいため、樹体の成長と生殖を共に補う施肥が重要となり、事業区毎、実情に即した基準が必要である。採種園の施肥管理基準を検討するため、東北育種場スギミニチュア採種園で土壌調査し、その理化学特性を把握した。土壌は火山灰を母材とする褐色森林土であった。既存の樹園地の土壌適正值等と比べた結果、当該土壌は腐植に富む一方で、窒素やリン酸、塩基飽和度が総じて乏しかった。反面、国内スギ造林地土壌と比べると、同レベルで、典型的な褐色森林土の特徴を示した。今後は本結果を参考に、着果状況、収率、管理コスト等を勘案し、必要かつ適切な採種園の施肥管理法の検討に活用していく。

キーワード：ミニチュア採種園、スギ、土壌化学性、土壌物理性、施肥管理

1. はじめに

遺伝的に優良な種子生産を多量に行うことを目的に設定された採種園では、種子の稔性、充実性、生産性や、母樹自身の樹勢等は古来大きな関心事である。この達成には、ジベレリン処理による直接的な着花促進、種子生産性の向上(伊藤 1993)ばかりでなく、母樹の増殖、養苗、植栽配置や、採種園造成、剪定、樹型誘導、施肥、除草、中耕等、採種園管理に関連する諸工程の適切な実施が必要である(林木育種推進東北地区協議会 2011)。

スギの種苗育種、種子生産に関して、1955 年以降、成長が良く、通直性や材強度等の品質が良好で、花粉が少なく、雪害や乾風害等の気象害に強く、スギカミキリの食害抵抗性を有する等、地域やニーズに対応した多様な特性を持つ品種が選抜、開発されてきた(林木育種推進東北地区協議会 2011, 林野庁 2019)。さらに昨今は、森林施業の低コスト化と生産性の向上が強く求められる状況にあり(林木育種推進東北地区協議会 2011)、それは種子・種苗生産事業も同様である。そのため、1980 年代から新潟県によってスギミニチュア採種園の造成に関する研究に取り組み、その成果を元に東北育種基本区の各県で事業規模でのミニチュア採種園が造成されるようになった(欠畑 2007)。採種園の母樹をミニサイズとすることで、優良個体である母樹の育成期間短縮化や造成面積の小規模化、着果促進のためのジベレリン散布や母樹の整枝剪定、除草、施肥等の圃場管理の省力化や低コスト化、管理作業の安全性の確保、種子生産性の向上と安定化等さ

まざまな利点があるとされる(織田 2001)。その一方で、植栽から間もない若齢時から着果させて種子生産を行うことに加え、断幹したミニサイズの母樹から多量の球果を採種したり、高頻度の整枝剪定を行ったりして、樹体から養分を収奪、損失し、母樹の樹勢を弱めるので、その栄養成長と生殖成長を補填するための施肥が重要であり、適切な施肥管理が必要とされる(林木育種推進東北地区協議会 2011)。

施肥量は、基本的には「採種園の施業要領」(林野庁 1964)に示されている施肥基準量に準じて設定されてきた。実際には個々の採種園によって土壌条件が異なるため、それぞれの事業機関ごとに元肥量と追肥量が設定されているのが現状である(林木育種推進東北地区協議会 2011)。つまり、東北育種基本区内の各県では、ミニチュア採種園の造成、管理において、スギミニチュア採種園技術マニュアル(林木育種推進東北地区協議会 2011)を参考とし、個々の現地の状況等を勘案して設定した施肥量によって施肥管理を実施しているところである。一方で、採種事業に関し、より効果的な施肥管理を行うため、その根拠となる施肥設計や施肥量等、具体的な基準の設定を強く要望する意見も出ている。こうした状況はスギミニチュア採種園のみならず、他樹種の採種園についても同様の状況である(蓬田 2020)。今後の採種園における施肥管理方法や基準を具体化するため、採種園造成地における土壌の一般理化学性を把握して、それがどのような土壌条件にあるのかを考察し、施肥量を検討していく

原稿受付：令和 2 年 4 月 23 日 原稿受理：令和 2 年 7 月 6 日

1) 森林総合研究所 東北支所

2) 森林総合研究所 林木育種センター東北育種場

* 森林総合研究所 東北支所 〒020-0123 岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷 92-25

必要がある。このような背景の下、森林総合研究所林木育種センター東北育種場スギミニチュア採種園において土壌調査を行い、土壌性状の観察と土壌の一般理化学的分析を実施したので、本論ではその結果を資料として報告する。

2. 試験地と調査方法

2.1. 調査地の概要

岩手県滝沢市大崎にある森林総合研究所林木育種センター東北育種場内のスギミニチュア採種園（区画 222、223、225）を調査対象とした。当該調査地の標高は 236 m、傾斜および斜面方位はそれぞれ $1 \sim 6^\circ$ および $330 \sim 350^\circ$ N の範囲にあった。気候条件は、当該調査地の西約 1.5 km に位置する岩手県農業研究センター畜産研究所の気象条件（岩手県農業研究センター 2002）を参照すると、年平均気温は 9.2°C 、年降水量は 1398.3 mm 年^{-1} 、平均日照時間は 1952.7 時間 年^{-1} であった。ここでは 2008 年から 3 カ年に分けてスギ優良個体の母樹を植栽し、採種園 222、223、225 が造成された。植栽品種は、東北育種基本区東部育種区の推奨品種、寒害および凍害抵抗性品種、少花粉品種のスギ優良品種の個体であった。それぞれの区画では、採種園造成当年、すなわち母樹植栽当年の 4 月下旬に、元肥として、窒素、リン、カリウムを、母樹 1 本に対して、堆肥（緩効性肥料）の形で、それぞれ 64.4、20.7、78.2 g 本^{-1} 、苦土有機入り化成肥料（N:P:K=10:10:10）を速効性肥料として、それぞれ 8.0、8.0、8.0 g 本^{-1} 施用した。また、採種園造成翌年から毎年 4 月下旬には、追肥として、窒素、リン、カリウムを、母樹 1 本に対して、丸山固形肥料（N:P:K=12:8:6）を緩効性肥料として、それぞれ 9.6、6.4、4.8 g 本^{-1} 、緩効性肥料としてそれぞれ 24.0、18.0、12.0 g 本^{-1} 施用した。採種園の造成やその後の断幹、整枝剪定、施肥管理は「東北育種基本区ミニチュア採種園技術マニュアル 2011」（林木育種推進協議会 2011）に準じて行われているので、それらに関する詳細は、同マニュアルを参照されたい。また、対照地の土壌として、採種園に隣り合う形で配置されているスギ植栽試験地（区画 132）も調査対象とした。対照地に関しては施肥の履歴はない土壌と考えられる。当該調査地の母材は岩手火山岩屑なだれ堆積物（土井 1991、岩手県滝沢村教育委員会 1997）で、土壌は適潤性褐色森林土 BD（土壌部 1976）であった。調査地の概況は Appendices 1、2 に記載した。

2.2. 土壌調査

各調査地において、それぞれ 1 か所ずつ土壌調査坑を作成し、土壌調査を行った。当該調査は採種園の 3 区画では 2018 年 7 月 25、26 日の両日に、対照地では 2018 年 10 月 19 日に実施した。また、土壌調査は国有林野土壌調査方法書（林野庁林業試験場 1955）に従って実施し、土壌断面の記載は Guidelines for soil description（FAO

2006）に準じて表記した。土色は、標準土色帖（農林水産省農林水産技術会議事務局 2010）に、土性と土壌の湿潤状態は土壌調査ハンドブック（日本ペドロロジー学会 1997）、堅密度の表現は真下（1973）に従った。調査坑は、各調査地の複数箇所ですり込みを行い、土壌断面の代表性を確認した上で選定した。土壌断面記載の後に、施肥管理を検討するためのバックグラウンドデータを得ることを目的に、土壌の一般化学性を把握するための分析試料を、それぞれの土壌断面の各層位から採取した。採取した化学性分析用試料は風乾後 2 mm メッシュの円孔篩を用いて篩別、調製し、分析に供した。

土壌の理化学性分析用試料は、採種園の土壌を代表させて区画 222 と対照の区画 132 の土壌断面から、芝本式土壌採取用円筒（400 ml：大起理化学工業株式会社 DIK-1506）にて不攪乱土壌コアを層位ごとに 1 個採取した。土壌断面の最下層の 2B 層の土壌については、いずれの断面も土壌深が 1 m 超となり、400 ml 不攪乱土壌コアを採取する作業スペースの確保が困難となったことから、採土補助器（100 ml 用：同 DIK-1630）を用いてステンレス試料円筒（100 ml：同 DIK-1801）にて不攪乱コアを採取し、分析に供した。

2.3. 土壌分析

土壌の化学性分析は、株式会社川田研究所（茨城県つくば市）に委託し、以下の項目を分析した：電気伝導度（Electrical Conductivity, 以下、「EC」という）（白金電極法）、土壌 pH（ H_2O ）（ガラス電極法）、土壌 pH（KCl）（ガラス電極法）、陽イオン交換容量（Cation Exchangeable Capacity, 以下、「CEC」という）（セミマイクロ Schollenberger 変法）、交換性陽イオン含量（原子吸光法または炎光法）、各塩基飽和度（CEC および各陽イオン当量値から換算）、全塩基飽和度（各塩基飽和度の総和）、可給態リン酸量（トルオーグ法）、リン酸吸収係数（リン酸アンモニウム液法）、アンモニウム態窒素（ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ）含量（塩化カリウム液浸出－蒸留法）、硝酸態窒素（ $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ）含量（ジアゾ還元法）、腐植（熊田法）、水溶性陽イオン量（原子吸光法または炎光法）、交換酸度（Y1）。Y1 を除く土壌分析項目は「土壌環境分析法」（土壌環境分析法編集委員会 1997）に、Y1 のみ「土壌養分分析法（土壌養分測定法委員会 1994）」に準じて、分析を行った。以上の項目のほか、土壌炭素・窒素濃度を乾式燃焼法（株式会社住化分析センター；Sumigraph NC-22F）により自前で分析した。

土壌の理化学性分析について、400 ml の円筒で採取した不攪乱土壌コア試料は、河田・小島（1976）に準じて、一般理化学性分析、透水性試験に供した。測定項目は以下の通り：透水性、容積重、孔隙量、三相組成、最大含水量、最小容気量、採種時含水量。100 ml の採土円筒で採取した不攪乱土壌コアは、容積重、孔隙量、三相組成、採取時含水量のみ測定した。

なお、本研究における土壌の理化学特性の分析値について、その適正性を比較するため、岩手県（2009）および分析委託元の川田研究所が提示している果樹における土壌適正值、および農林水産省（2008）が提示している樹園地の褐色森林土における土壌改善目標値を参考にした。川田研究所の土壌適正值は、川田研究所が持つ既存データ等を検討して果樹に関する全国的な平均値を示したものであるとのことであった。また、一般的な褐色森林土やスギ土壌との比較を行うため、河田（1989）や高橋ら（2013）、荏住（2015）の既往データの平均値も参考にした。

3. 結果と考察

3.1. 土壌断面の性状

採種園3区画と、隣接する圃場のスギ植栽試験地において実施した土壌断面観察による断面記載を Appendices 1, 2 に示した。当該調査地付近の母材は、岩手火山由来の大石渡岩層なだれ堆積物であるとされる（土井 1991, 岩手県滝沢村教育委員会 1997）。そのため、いずれの土壌断面においても、A 層を中心に土壌は腐植に富み、30 cm 超の層厚を示す A 層が確認された【断面 1～4】。調査区画間で、断面ごとの A 層の厚さが違ったり、土層の次層位との境界面が不規則に乱れたりしたのは、採種園、あるいは圃場造成時の耕耘や切盛土等の攪乱痕跡に起因したものと推察された。全ての土壌断面において 70～80 cm 以深に埋没土層（2A 層および 2B 層）が確認された。A 層の土色は黒～黒褐色を呈し、明度は 2、彩度は 1～3 を示した。一方、B 層の土色は黒味がかったはいるものの、A 層に比べて淡く、褐色を呈した。土性は、全般として壤土であるが、部分的に砂質、または埴質を示す土層がみられた。特に最下層の 2B 層は粘土の混じりが多くなり埴土または砂質埴土であることが確認された。土壌構造に関し、採種園の土壌断面【断面 1, 2, 3】では、上層の A 層で弱い垂角塊状構造がみられた一方で、対照地【断面 4】では弱い粒状構造が確認された。採種園造成時の耕耘作業やその後の圃場管理の違いを反映しているのかもしれない。表層部の A1 層、または A1～A2 層、さらには A1～A3 層以深の層位では、いずれの断面においても土壌構造の発達は見られず、壁状構造を呈した。堅密度はところどころに「すこぶる堅」を示す土層（【断面 2】の 2A 層、【断面 3】の B1 層と B3 層、【断面 4】の A1 層）や「固結」を示す土層（【断面 4】の BC 層）が確認されたが、断面全体としては総じて「堅」または「軟」を呈した。孔隙の種類としては、小泡孔隙または隙間孔隙、導管等が確認され、孔隙率は 2 または 3 であった。当該調査地は、土壌母材が岩手山由来の火山灰の影響を受け、腐植に富んだ A 層が厚く堆積していることが確認されたが、土色がいくぶん淡く（明度 2、彩度 1～3）、A 層から B 層への推移が総じて漸变的であったことから、林野土壌の分類 1975（土じょう部 1976）に基づく土壌分類と

しては、いずれの土壌断面も「適潤性褐色森林土」とした。採種園と対照地の圃場の間での土壌断面の性状に差はないことが確認された。

3.2. 土壌の一般化学性

土壌の一般化学性の分析結果を Table 1 に示した。採種園および対照地の圃場における土壌において、EC は 0.1 mS/cm 以下を示し、総じて低く、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ は 5.9～6.3、 $\text{pH}(\text{KCl})$ は 5.0～5.5 で、弱酸性から中性域にあった。河田（1989）や高橋ら（2013）の適潤性褐色森林土および荏住（2015）のスギ林土壌における土壌酸度（ $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ や $\text{pH}(\text{KCl})$ ）の平均値と比べると、これらの値はいくぶん高い傾向にあったが、岩手県や農林水産省、川田研究所が示している土壌の適正值や改善目標値と比べると、概ね、その範囲にあった。EC は適正值や目標値と比べると、著しく低かった。CEC は 13～34 cmol_c/kg を示し、河田（1989）が示した、褐色森林土亜群の「極めておおまかな目安」である 20～40 cmol_c/kg の範囲にあった。これは、前述の土壌適正值や改善目標値と比べると高めの傾向を示した。交換性塩基類の含有量は、交換性 Ca^{2+} で 3～10 cmol_c/kg、交換性 Mg^{2+} で 0.3～1.5 cmol_c/kg、交換性 K^+ で 0.1～0.8 cmol_c/kg、交換性 Na^+ で 0.1 cmol_c/kg 以下であった。概ね、高橋ら（2013）の示す範囲にあることが確認できた。全塩基飽和度は 30% 前後の値を示しており、交換性 Ca^{2+} の含有量が他の陽イオンに比べ高かったため、 Ca^{2+} 飽和度がその大半の割合を占めていた。各塩基飽和度および全塩基飽和度に関し、既存の土壌適正值を参考に比較してみると、農林水産省の指針および川田研究所の値と比べ、下限値に近い、あるいはそれらを下回る値であった。これは、既存の指針値における CEC の基準値に比べ、採種園および圃場の土壌の CEC が高い傾向にあり、全体として塩基飽和度の値を押し下げたことに起因していると考えられた。可給態リン酸と $\text{NO}_3\text{-N}$ に関しては、分析した土壌試料のほとんどが検出限界以下（それぞれ、1 mg/100g 未満、0.1 mg/100g 未満）を示し、非常に低く、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ についても 0.5～2.0 mg/100g の範囲を示し、既存の土壌適正值や改善目標値と比較しても、大幅に低い値を示した。一方で、母材である火山灰の影響が強い土壌であるため、リン酸吸収係数は全般的に高い値を示した。また、腐植含量および土壌炭素濃度については、表層部の A 層および埋没 A 層を中心に、高い値を示しており、このことから火山灰由来の母材の影響を強く受けた土壌であることが示唆された。窒素濃度は、0.1～0.7% の範囲にあり、既存の適潤性褐色森林土やスギ林土壌における平均値と同様のレベルにあることが確認された。そのため、C/N のレベルも同様であった。また、交換酸度 Y1 は総じて低い値を示し、植物根系の生育障害が問題とされる値にはないことが確認された。以上から、本研究における対照地と採種園の土壌の化学的環境に関しては両者間で大きな差異はない

Table 1. 東北育種場スギミニチュア採種園およびスギ植栽試験地（対照地）における土壌の一般化学性
Summary of the chemical characteristics of soils in the seed orchards and the experimental site of Japanese cedar
(*Cryptomeria japonica*) trees at Tohoku Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, FFPRI

	EC	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	CEC	Ex.Ca ²⁺	Ex.Mg ²⁺	Ex.K ⁺	Ex.Na ⁺	Ca ²⁺ 飽和度	Mg ²⁺ 飽和度	K ⁺ 飽和度	Na ⁺ 飽和度	全塩基飽和度
	(mS/cm)			(cmol _c /kg)	(cmol _c /kg)	(cmol _c /kg)	(cmol _c /kg)	(cmol _c /kg)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
果樹の土壌適正値 ¹	0.1	5.0～6.0							22～48	6.2～10	1.8～2		30～60
樹園地の改善目標値 ²		5.5～6.5		(8～)12									50～80
果樹の土壌適正値 ³	0.1～0.3	5.5～6.5		15～25					40～50	10～15	2～5		50～70
スギミニチュア採種園【222区画】													
層位													
A1	0.04	5.90	5.00	26.0	6.06	0.57	0.33	0.04	23.0	3.0	0.8	0.2	27.0
A2	0.04	6.20	5.40	20.0	4.64	0.34	0.50	0.03	23.0	2.3	1.5	0.2	27.0
A3	0.04	6.10	5.50	22.0	5.35	0.43	0.53	0.02	24.0	2.7	1.4	0.1	28.2
A4	0.03	6.20	5.40	24.0	5.71	0.61	0.27	0.04	24.0	3.5	0.7	0.2	28.4
B	0.03	6.20	5.40	21.0	4.64	0.61	0.20	0.05	23.0	4.1	0.6	0.2	27.9
2A	0.03	6.20	5.30	24.0	4.99	0.86	0.26	0.04	20.0	4.8	0.6	0.2	25.6
2B	0.03	6.10	5.30	21.0	4.99	0.71	0.24	0.07	24.0	4.9	0.7	0.3	29.9
スギミニチュア採種園【223区画】													
層位													
A1	0.04	5.90	5.00	25.0	5.35	0.50	0.57	0.05	22.0	2.8	1.4	0.2	26.4
A2	0.04	6.10	5.50	21.0	4.64	0.39	0.29	0.04	22.0	2.5	0.8	0.2	25.5
A3	0.04	6.20	5.50	23.0	6.06	0.53	0.53	0.04	27.0	3.3	1.5	0.2	32.0
B	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*
2A1	0.03	6.30	5.40	15.0	3.57	0.53	0.36	0.04	24.0	4.8	1.4	0.3	30.5
2A2	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*
2B	0.05	6.10	5.50	22.0	3.92	0.57	0.46	0.08	19.0	3.7	1.2	0.4	24.3
スギミニチュア採種園【225区画】													
層位													
A1	0.05	6.00	5.00	31.0	8.20	1.49	0.34	0.05	26.0	4.8	1.1	0.2	32.1
A2	0.05	6.00	5.10	31.0	9.27	1.44	0.28	0.05	30.0	4.7	0.9	0.2	35.8
B1	0.05	6.10	5.40	22.0	3.92	0.79	0.28	0.04	19.0	3.7	1.2	0.2	24.1
B2	0.05	6.10	5.40	28.0	6.06	0.99	0.51	0.03	22.0	3.5	1.9	0.1	27.5
B3	0.04	6.20	5.30	14.0	2.57	0.48	0.40	0.04	18.0	3.4	2.8	0.3	24.5
2A	0.05	6.20	5.40	26.0	6.42	1.04	0.81	0.04	25.0	4.0	3.1	0.2	32.3
2B	0.03	6.20	5.50	21.0	4.99	0.69	0.08	0.08	24.0	3.4	0.4	0.4	28.2
東北育種場圃場【132区画】													
層位													
A1	0.04	6.00	5.10	29.0	6.78	0.65	0.14	0.08	23.0	2.2	0.5	0.3	26.0
A2	0.05	6.10	5.40	25.0	6.78	0.37	0.07	0.07	28.0	1.5	0.3	0.3	30.1
(BA)	0.04	6.30	5.40	20.0	4.64	0.33	0.06	0.05	23.0	1.6	0.2	0.3	25.1
B	0.04	6.30	5.30	20.0	5.71	0.45	0.09	0.06	28.0	2.2	0.4	0.3	30.9
BC	0.03	6.30	5.30	13.0	3.21	0.26	0.06	0.06	25.0	2.1	0.4	0.4	27.9
2A	0.04	6.30	5.40	31.0	9.99	0.89	0.11	0.09	32.0	2.9	0.4	0.3	35.6
2BA	0.04	6.30	5.30	34.0	9.99	1.04	0.09	0.09	29.0	3.0	0.3	0.3	32.6
2B	0.04	6.30	5.40	20.0	5.35	0.99	0.10	0.07	27.0	4.8	0.5	0.3	32.6
BDの平均値													
		5.09	4.11		7.43	2.03	0.49						
スギ林表層土壌の平均値													
		5.80	4.78										
スギ林土壌(全層)の平均値													
		5.81	4.89										
BD表層土の平均値													
		5.35							32.1	6.3			

*not determined (未計測)。

¹果樹(りんご、ぶどう、なし、もも、おうとう、ブルーベリー、その他果樹)における土壌適正値(岩手県農作物施肥管理基準 2009)

²地力増進基本指針(農林水産省 2008)による樹園地における褐色森林土の基本的な改善目標値

³果樹における土壌適正値(株式会社川田研究所)

⁴高橋ら(2013)による適潤性褐色森林土における平均値(n=644)

⁵苅住(2015)によるスギ林の表層土壌における平均値(n=52)

⁶苅住(2015)によるスギ林土壌(全層含む)における平均値(n=199)

⁷河田(1989)による適潤性褐色森林土の表層土の平均値(n=154)

Table 1. 続き
continued.

	可給態 リン酸	リン酸 吸収係数	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	腐植	水溶性Ca ²⁺	水溶性Mg ²⁺	水溶性K ⁺	水溶性 Na ⁺	Y1	N	C	C/N	
	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(wt %)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)	(mg/100g)		(wt %)	(wt %)		
果樹の土壌適正値 ¹	10													
樹園地の改善目標値 ²	10～30													
果樹の土壌適正値 ³	20～50													
スギミニチュア採種園【222 区画】	3以下 1～3 3以上													
層位														
A1	1未満	2120	1.6	0.7	8.0	2.2	0.5	1.5	0.6	1未満	0.55	6.85	12.6	
A2	1未満	2140	1.6	0.2	4.9	1.5	0.2	2.3	0.3	1未満	0.28	3.64	12.8	
A3	1未満	2130	1.2	0.1未満	4.4	1.9	0.3	2.0	0.5	1未満	0.27	3.46	13.0	
A4	1未満	2150	1.2	0.1未満	3.6	2.4	0.4	0.4	0.5	1未満	0.20	2.70	13.2	
B	1未満	2010	0.9	0.1未満	2.8	1.9	0.4	0.3	0.4	1未満	0.15	1.88	12.7	
2A	1未満	2090	1.6	0.1未満	4.9	1.7	0.5	0.6	0.5	1未満	0.21	2.98	14.0	
2B	1未満	2070	0.7	0.1未満	2.1	1.5	0.3	0.3	0.7	1未満	0.11	1.29	11.4	
スギミニチュア採種園【223 区画】														
層位														
A1	1未満	2070	1.7	0.5	8.4	1.6	0.3	3	0.8	1未満	0.55	7.00	12.8	
A2	1未満	2140	1.3	0.1未満	4.7	2.1	0.3	1.1	0.4	1未満	0.28	3.48	12.6	
A3	1未満	2160	1.5	0.1未満	3.9	2.5	0.3	1.7	0.4	1未満	0.27	3.38	12.7	
B	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	0.11	1.26	11.3	
2A1	1未満	1510	0.5	0.1未満	2.8	1.4	0.4	1.3	0.5	1未満	0.10	1.42	13.8	
2A2	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	n.d.*	2.73	12.5	
2B	1未満	2180	1.3	0.1未満	4.5	2.2	0.4	0.1	0.8	1未満	0.12	1.33	11.4	
スギミニチュア採種園【225 区画】														
層位														
A1	3.9	1860	1.7	0.5	9.7	2.4	0.7	2.7	0.5	1未満	0.66	8.27	12.6	
A2	2.1	1870	1.6	0.3	9.3	3.0	0.8	2.1	0.5	1未満	0.63	8.16	13.0	
B1	1未満	2180	1.3	0.1未満	4.5	2.8	0.7	2.2	0.3	1未満	0.23	3.13	13.7	
B2	1未満	2260	1.3	0.4	4.9	2.6	0.5	3.1	0.3	1未満	0.30	4.01	13.5	
B3	1未満	1490	0.9	0.1未満	1.9	0.9	0.2	3.2	0.3	1未満	0.07	0.90	12.6	
2A	1未満	2170	1.1	0.1未満	5.2	1.2	0.3	5.3	0.5	1未満	0.26	3.56	13.9	
2B	1未満	2000	1.6	0.1未満	1.8	1.9	0.3	0.3	0.7	1未満	0.10	1.17	11.2	
東北育種場圃場【132 区画】														
層位														
A1	1未満	1980	2.0	0.3	8.0	2.7	0.4	0.8	0.7	1未満	0.41	5.82	14.1	
A2	1未満	2170	1.7	0.2	4.0	3.9	0.3	0.3	0.6	1未満	0.23	3.10	13.5	
(BA)	1未満	2030	1.1	0.2	4.1	3.0	0.3	0.1	0.4	1未満	0.29	4.64	16.2	
B	1.1	1940	0.8	0.1未満	2.3	2.8	0.2	0.3	0.5	1未満	0.21	2.89	13.9	
BC	1未満	1440	0.8	0.1未満	1.7	1.6	0.2	0.2	0.4	1未満	0.13	1.58	12.1	
2A	1未満	2180	1.0	0.1未満	7.1	3.1	0.3	0.4	0.6	1未満	0.07	0.87	12.9	
2BA	1未満	2210	1.3	0.1未満	7.3	3.2	0.4	0.2	0.5	1未満	0.28	4.39	15.5	
2B	1未満	2010	0.8	0.1未満	1.8	2.4	0.4	0.2	0.5	1未満	0.11	1.16	11.0	
BDの平均値											11.3	0.58	8.96	15.6
スギ林表層土壌の平均値											4.3	0.61	8.09	13.7
スギ林土壌(全層)の平均値											6.3	0.34	4.55	17.1
BD表層土の平均値											10.0			15.8

*not determined (未計測).

¹果樹(りんご、ぶどう、なし、もも、おうとう、ブルーベリー、その他果樹)における土壌適正値(岩手県農作物施肥管理基準 2009)²地力増進基本指針(農林水産省 2008)による樹園地における褐色森林土の基本的な改善目標値³果樹における土壌適正値(株式会社川田研究所)⁴高橋ら(2013)による適潤性褐色森林土における平均値(n=644)⁵荻住(2015)によるスギ林の表層土壌における平均値(n=52)⁶荻住(2015)によるスギ林土壌(全層含む)における平均値(n=199)⁷河田(1989)による適潤性褐色森林土の表層土の平均値(n=154)

ことが示唆された。

3.3. 土壌の一般理学的性

土壌の一般理学的性の分析結果を Table 2 に示した。採種園および対照地の圃場における土壌において、容積重は、全層で 0.85 Mg/m^3 以下を示し、非常に小さく、母材が火山灰に由来した土壌であることに起因したものである。そのため、全孔隙量は $69 \sim 80 \text{ vol\%}$ を示し、細・粗孔隙ともにバランス良く構成されていることが確認された。これらは、土壌の透水性、通気性、保水性の維持に寄与すると考えられる。このことを支持するように、採種園および圃場の土壌における飽和透水係数は 60 mm/h 以上であり、透水性が問題とされるレベルにはないことが確認された。以上から、本研究における対照地と採種園の土壌の物理的環境に関しても両者間で大きな差異はないことが示された。また、苅住 (2015) のスギ林における表層土壌、および全層土壌の各値と比較すると、飽和透水係数を除き、概ね、スギ林の全国平均値に相当していることが分かった。

4. まとめ

東北育種場スギミニチュア採種園の調査から、当該土壌は、火山灰由来の母材による影響から、腐植に富むが、果樹の土壌適正値や樹園地における褐色森林土の改善目

標値と比較すると、無機態窒素や可給態リン酸、CEC に対する塩基類は総じて乏しい状態であることが確認できた。一方で、当該採種園の土壌を一般的なスギ林の土壌の化学特性値と比較した場合、特段の差異はなく、典型的な褐色森林土の特徴を呈することも分かった。土壌 pH に関して、土壌の酸性度はさほど強くなく、既存の土壌適正値や改善目標値の範囲にあった。土壌の物理性に関しては、一般的なスギ林土壌の特性とほぼ同じレベルにあり、透水性、通気性、保水性の面で問題となる点は認められなかった。

ミニチュア採種園は、従来の採種園と比べ、母樹をミニサイズに仕立てるため断幹や強度の整枝剪定を行っている上に、植栽後、短期間で着果処理を行い、少作業でかつ効率的に種子生産を行うことを目的として造成されているため、母樹の栄養成長と生殖栄養には、通常の造林地と比べても多量の養分を要するものと考えられる。現状、東北育種基本区におけるミニチュア採種園の施肥管理は、「採種園の施肥要領」(林野庁 1964) に準じて行われているものの、本研究における調査結果では、対照地圃場の土壌や、日本全国の適潤性褐色森林土、あるいはスギ林土壌における既往報告の平均値と比べても、採種園土壌の化学特性に、施肥管理による差異が認められなかった。このことは、以下の2つの可能性を示している。一つは、施肥量が不足しており、あるいは施肥分が根圏

Table 2. 東北育種場スギミニチュア採種園およびスギ植栽試験地 (対照地) における土壌の一般理学的特性
Summary of the physical characteristics of soils in the seed orchards and the experimental site of Japanese cedar
(*Cryptomeria japonica*) trees at Tohoku Reasional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, FFPRI.

層位	透水性 [*]			飽和透水係数 (mm/h)	容積重 (Mg/m ³)	孔隙量 ^{**}			三相組成			最大容水量 (vol%)	最小容気量 (vol%)	採取時含水量 (wt%) (vol%)	
	5分後 (ml/min)	15分後 (ml/min)	平均 (ml/min)			全孔隙 (vol%)	細孔隙 (vol%)	粗孔隙 (vol%)	固相 (vol%)	液相 (vol%)	気相 (vol%)				
スギミニチュア採種園【222 区画】															
A1	48.8	46.8	47.8	229.4	0.69	74.3	43.5	30.7	25.7	42.7	31.6	74.8	-0.5	64.1	42.7
A2	123.2	111.5	117.4	563.3	0.66	75.6	43.1	32.5	24.4	45.6	30.0	71.5	4.1	70.5	45.6
A3	31.5	29.9	30.7	147.4	0.64	76.5	44.4	32.0	23.5	48.1	28.3	72.1	4.4	77.1	48.1
A4	75.9	74.0	75.0	359.8	0.59	78.0	48.1	30.0	22.0	53.6	24.4	75.7	2.3	93.1	53.6
B	103.6	97.9	100.8	483.6	0.60	77.7	45.8	31.9	22.3	51.5	26.2	70.3	7.4	87.0	51.5
2A	20.6	20.7	20.7	99.1	0.63	76.8	49.9	26.9	23.2	58.9	17.8	74.7	2.0	96.6	58.9
2B ^{***}	n.d. ^{****}	n.d. ^{****}	n.d. ^{****}	n.d. ^{****}	0.59	78.2	42.3	35.9	21.8	53.7	24.5	68.4	9.8	94.9	53.7
東北育種場圃場【132 区画】															
A1	49.4	49.4	49.4	237.1	0.74	72.3	46.5	25.8	27.7	48.4	23.9	70.0	2.3	68.3	48.3
A2	23.0	22.7	22.9	109.7	0.72	73.4	39.8	33.6	26.6	42.5	30.9	66.5	6.9	60.9	42.5
(BA)	30.5	28.6	29.6	141.8	0.64	76.3	43.7	32.7	23.7	47.4	29.0	70.1	6.2	76.0	47.4
B	14.2	13.7	14.0	67.0	0.59	78.1	47.0	31.1	21.9	53.1	25.0	72.9	5.2	92.1	53.1
BC	60.3	57.5	58.9	282.7	0.85	68.7	39.8	28.9	31.3	42.8	25.9	61.5	7.2	51.5	42.8
2A	28.0	27.2	27.6	132.5	0.54	79.9	44.6	35.2	20.1	52.4	27.5	70.5	9.3	98.4	52.4
2BA	17.1	18.8	18.0	86.2	0.53	80.3	43.2	37.1	19.7	56.3	24.0	71.5	8.8	109.6	56.3
2B ^{***}	n.d. ^{****}	n.d. ^{****}	n.d. ^{****}	n.d. ^{****}	0.67	75.3	44.7	30.6	24.7	53.4	21.9	65.1	10.1	81.6	53.4
スギ林表層土壌の平均値															
			246.5	1183.4		73.5	52.4	21.1	26.5	47.2	26.3		10.5		47.2
スギ林土壌(全層)の平均値															
			149.8	719.2	0.56				27.0	51.4	21.5		8.6		51.4

*透水性のデータは、透水試験開始5分後と15分後の透水量およびその平均値で示した。

**本tableにおける全孔隙量(全孔隙、細孔隙、粗孔隙)の数値は、素焼き板法による測定値を示した。

***圃場断面における2B層は、100 ml 円筒を採取し、容積重、孔隙量、三相組成、採取時含水量のみ測定した。

****not determined (未計測)。

¹苅住(2015)によるスギ林の表層土壌における平均値(n=52)

²苅住(2015)によるスギ林土壌(全層含む)における平均値(n=199)

域の外へ流亡し、母樹に対する十分な施肥の効果が現れていない可能性、もう一つの可能性は、母樹に対する現行の施肥管理法は適正であり、施肥した分だけ養分を母樹が吸収し、栄養・生殖成長に利用したため、土壌中に余剰な養分が認められない状態であったことである。後者の場合、最終的には土壌中に余剰養分が残らないことから、それらの溶脱による地下水汚染の懸念も少なく（環境負荷が小さく）、効率的な施肥管理となっているとも解釈できる。以上の二つの状態のどちらであるのか、さらには現状の施肥管理が適正であるか否かは、母樹の生育状態、その着果状況、種子生産の収率、管理コスト等のデータと比較しなければ判断し得ないため、今後、更なる詳細な検討が必要となる。

本研究は、採種園の造成、管理上、必要とされる施肥管理方法（施肥の量やタイミングなど）を検討するための基礎情報として、東北育種場スギミニチュア採種園における土壌理化学特性を報告した。従来から、母樹の生育や種子生産に密接に関わる施肥管理は採種園管理の重要な工程として位置付けられてきたが、種子生産を規定する着果や種子の充実には様々な自然要因も交錯して影響していることから、着果や種子生産に対して、母樹への施肥がどれだけ影響し、効果を及ぼしているのか、未だ十分には明らかにされていない。今後は、本研究で得た採種園の土壌特性データと、母樹の生育状況や樹木サイズ、着果量、種子の収率、充実性などとの関係性を検討し、個々の採種園の管理ステージにおける施肥が持つ意味合い、役割を明らかにしつつ、施肥管理方法や施肥基準の策定を進めていくことが有効であると考えられる。

引用文献

- 伊藤 信治（1993）スギのミニチュア採種園における種子生産．林木の育種，141, 1-3.
- 土じょう部（1976）林野土壌の分類 1975. 林業試験場研究報告，280, 1-28.
- 土壌環境分析法編成委員会（1997）土壌環境分析法．博友社，427pp.
- 土壌養分測定法委員会（1994）土壌養分分析法．養賢堂，440pp.
- 土井 宣夫（1991）岩手火山山麓の岩屑なだれ堆積物群．火山，36, 483-484
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)（2006）Guidelines for Soil Description. Fourth Edition. Rome, 97 pp.
- 岩手県（2009）“岩手県農作物施肥管理指針（平成 29 年 6 月 1 部改訂）”，岩手県，<https://www.pref.iwate.jp/sangyoukoyounougyou/nougyougijutsu/nouyaku1007706.html>, (2020.4.13 参照).
- 岩手県滝沢村教育委員会（1997）岩手山の地質—火山灰が語る噴火史—．岩手県滝沢村教育委員会，234pp.
- 岩手県農業研究センター（2002）“岩手県農業研究センター主要農作物栽培基準” 農業研究センター畜産研究所立地条件 <http://www2.pref.iwate.jp/~hp2088/library/saibai/saibai4001.pdf> (2020.6.12 参照).
- 欠畑 信（2007）東北育種基本区のミニチュア採種園造成の取り組み．東北の林木育種，185, 13.
- 荻住 昇（2015）森林の根系特性と構造．バイオマス算定に向けた基礎解析．鹿島出版会，446pp.
- 河田 弘（1989）森林土壌学概論．博友社，399pp.
- 真下 久育（1973）硬度計による森林土壌の堅密度の区分および粗孔隙量の予知．森林立地，15, 22-24.
- 農林水産省（2008）“地力増進基本指針”，農林水産省生産局農産部農業環境対策課，https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_dozyo/pdf/chi4.pdf, (2020.4.13 参照).
- 農林水産省農林水産技術会議事務局（2010）新版標準土色帖．富士平工業
- 日本ペドロロジー学会（1997）土壌調査ハンドブック．博友社，169 pp.
- 織田 春紀（2001）ミニチュア採種園秘術マニュアル（I）．林木の育種，200, 70-73.
- 林野庁（1964）採種園の施業要領（39. 林野造第 1720 号）．林野庁，20pp.
- 林野庁（2019）“平成 30 年度森林・林業白書（令和元年 6 月 7 日公表）”，279 pp.
- <https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/30hakusyo/zenbun.html>, (2020 年 4 月 13 日閲覧).
- 林野庁林業試験場（1955）国有林林野土壌調査方法書．農林省林業試験場，47 pp.
- 高橋 正通・小松崎 将一・長谷川 元洋・橋本 みのり・金子 信博（2013）森林土壌の特徴と地力増進基本指針による農耕地土壌との比較—環境保全型農業の参照としての森林土壌—．日本土壌肥料科学雑誌，84, 275-284.
- 東北育種推進東北地区協議会（2011）東北育種基本区ミニチュア採種園技術マニュアル 2011.（独）森林総合研究所林木育種センター東北育種場，67 pp.
- 蓬田 英俊（2020）岩手県のカラマツ採種園の土壌化学性．岩手県林業技術センター研究報告，28, 17-25.

Appendix 1. 東北育種場スギミニチュア採種園の土壌断面の記載と写真

Descriptions and photos of soil profiles in the miniature seed orchards of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) trees at Tohoku Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, FFPRI.

【断面 1】区画 222 適潤性褐色森林土 BD

母材 岩手火山岩屑なだれ堆積物（出典：土井 1991, 岩手県滝沢村教育委員会 1997）

調査地 岩手県滝沢市大崎

図幅 1:25,000 鷹高 緯度 39°49'5"N 経度 141°8'26"E

標高 236 m 地形 北上川河岸段丘上部

断面方位 347° N 傾斜 6° 調査土壌深 115 cm+

林相 スギミニチュア採種園（2008 年植栽・造成）

調査者氏名 小野賢二・竹田宣明・宮本尚子 調査日 2018.7.25

土壌断面の記載 …

L: 0.5 cm	イネ科草本の枯れ葉
A1: 0 ~ 25 cm	黒褐色 (10YR 2/2)、壤土、潤、石礫なし、非常に弱度の大垂角塊状構造、非常に砕けやすい、軟 (14.6*)、隙間孔隙、孔隙率 3、細・小根あり・中根乏し、アリの巣あり、次層位との層界は平坦漸変
A2: 25 ~ 35 cm	黒褐色 (10YR 2/3)、砂質壤土、潤、石礫なし、弱～中度の大垂角塊状構造、非常に砕けやすい、堅 (21.4*)、細小泡孔隙あり、孔隙率 2、細・小・中根乏し、次層との層界は平坦漸変
A3: 35 ~ 45 cm	黒褐色 (10YR 2/3)、埴壤土、潤、石礫なし、弱～中度の大垂角塊状構造、非常に砕けやすい、堅 (19.8*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、細・小・中根乏し、次層との層界は平坦漸変
A4: 45 ~ 58 cm	黒褐色 (10YR 2/3)、埴壤土、潤、石礫なし、壁状構造、砕けやすい、堅 (19.0*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、細・小・中根乏し、スギ腐朽根有り、次層との層界は平坦漸変
B: 58 ~ 80 cm	黒褐～暗褐色 (10YR 2 ~ 3/3)、埴壤土、潤～湿、石礫なし、壁状構造、砕けやすい、堅 (17.0*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、細根乏し、次層との層界は平坦判然
2A: 80 ~ 105 cm	黒褐色 (10YR 2/2)、砂質埴壤土、湿、石礫なし、壁状構造、非常に砕けやすい、堅 (17.0*)、細小泡孔隙乏し・小導管孔隙乏し、孔隙率 2、小根乏し、次層との層界は不規則判然
2B: 105 ~ 115+ cm	暗褐色 (10YR 3/4)、砂質埴土、湿、石礫なし、壁状構造、非常に砕けやすい、堅 (16.2*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、根なし

* 山中式土壌硬度計による 5 点の測定値の平均 (mm)

土壌断面写真



【断面 2】区画 223 適潤性褐色森林土 BD

母材 岩手火山岩屑なだれ堆積物（出典：土井 1991, 岩手県滝沢村教育委員会 1997）

調査地 岩手県滝沢市大崎

図幅 1:25,000 鷹高 緯度 39°49'5"N 経度 141°8'27"E

標高 236 m 地形 北上川河岸段丘上部

断面方位 350° N 傾斜 5° 調査土壌深 120 cm+

林相 スギミニチュア採種園（2009 年植栽）

調査者氏名 小野賢二・竹田宣明・宮本尚子 調査日 2018.7.25

土壌断面の記載 …

L: 0.5 cm	イネ科草本の枯れ葉
A1: 0 ~ 25 cm	黒褐色 (10YR 2/2)、壤土、潤、石礫なし、非常に弱度の大亜角塊状構造、非常に砕けやすい、堅 (15.0*)、隙間孔隙・細小泡孔隙あり、孔隙率 3、細・小根あり・中・大根乏し、アリの巣あり、次層位との層界は不規則漸変
A2: 25 ~ 35 (~ 40) cm	黒褐色 (10YR 2/2 ~ 3)、砂質埴壤土、潤、石礫なし、弱度の大亜角塊状構造、非常に砕けやすい、堅 (20.4*)、細小泡孔隙あり、孔隙率 2、細・小根乏し、次層との層界は不規則漸変
A3: 35(~ 40) ~ 55(~ 60) cm	黒褐色 (10YR 2/3)、埴壤土、潤、石礫なし、壁状構造、非常に砕けやすい、堅 (20.8*)、中導管孔隙乏し、孔隙率 3、細・小根乏し、次層との層界は不規則漸変
B: 55(~ 60) ~ 70(~ 75) cm	暗褐色 (10YR 3/4)、埴壤土、湿、石礫なし、壁状構造、砕けやすい、堅 (21.8*)、孔隙なし、孔隙率 2、細・小根（スギの根）乏し、次層との層界は不規則漸変
2A1: 70(~ 75) ~ 80(~ 90) cm	暗褐色 (10YR 3/3)、壤土、潤、石礫なし、壁状構造、砕けやすい、すこぶる堅 (22.8*)、孔隙なし、孔隙率 2、根なし、次層との層界は不規則漸変
2A2: 80(~ 90) ~ 100(~ 120) cm	黒褐色 (10YR 2/3)、埴壤土、湿、石礫なし、壁状構造、非常に砕けやすい、堅 (17.0*)、孔隙なし、孔隙率 2、大根（スギ根）乏し、次層との層界は不規則漸変
2B: 100(~ 120)+cm	褐色 (10YR 4/6)、砂質埴土、湿、石礫なし、壁状構造、非常に砕けやすい、堅 (19.8*)、孔隙なし、孔隙率 2、根なし

* 山中式土壌硬度計による 5 点の測定値の平均 (mm)

土壌断面写真



【断面3】区画225 適潤性褐色森林土 BD

母材 岩手火山岩屑なだれ堆積物（出典：土井 1991, 岩手県滝沢村教育委員会 1997）

調査地 岩手県滝沢市大崎

図幅 1:25,000 鷹高 緯度 39°49'16"N 経度 141°8'37"E

標高 236 m 地形 北上川河岸段丘上部

断面方位 330° N 傾斜 1° 調査土壌深 120 cm+

林相 スギミニチュア採種園（2010 年植栽）

調査者氏名 小野賢二・竹田宣明・宮本尚子 調査日 2018.7.26

土壌断面の記載 …

- L: 0～3 cm 整枝剪定後のスギ落葉・落枝、イネ科草本の枯れ葉
- A1: 0～12 cm 黒色～黒褐色 (10YR 2/1～2)、壤土、潤、石礫なし、弱度の大亜角塊状構造、非常に砕けやすい、堅 (16.8*)、小導管孔隙乏し・細小泡孔隙あり、孔隙率 3、細根あり・小根乏し、次層位との層界は平坦漸変
- A2: 12～
24(～32) cm 黒褐色 (10YR 2/2)、壤土、潤、石礫なし、非常に弱度の大亜角塊状構造、非常に砕けやすい、堅 (15.6*)、細小泡孔隙あり、孔隙率 3、細根あり・小・中根乏し、次層との層界は不規則漸変
- B1: 24(～32)～
36(～40) cm 黒褐色 (10YR 2/3)、砂質埴壤土、潤、石礫なし、壁状構造、砕けやすい、すこぶる堅 (22.6*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、細・小・中・大根乏し、次層との層界は不規則漸変
- B2: 36(～40)～
60 cm 黒褐色 (10YR 2/2)、埴壤土、潤、石礫なし、壁状構造、非常に砕けやすい、堅 (21.6*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、細・小・中・大根乏し、次層との層界は平坦漸変
- B3: 60～80 cm 暗オリーブ褐色 (2.5Y 3/3)、微砂質埴壤土、潤、石礫なし、壁状構造、非常に砕けやすい、すこぶる堅 (23.0*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、細・小・中根乏し、次層との層界は平坦漸変
- 2A: 80～100 cm 黒色 (7.5YR 2/1)、埴壤土、湿、石礫なし、壁状構造、非常に砕けやすい、堅 (18.6*)、細小泡孔隙あり、孔隙率 2、小根乏し、次層との層界は平坦漸変
- 2B: 100～125+cm 褐色 (7.5YR 4/6)、砂質埴壤土、湿、石礫なし、構造なし、非常に砕けやすい、堅 (16.6*)、小導管孔隙含む、孔隙率 3、細根乏し

* 山中式土壌硬度計による 5 点の測定値の平均 (mm)

土壌断面写真



Appendix 2. 対照地（東北育種場圃場）の土壌断面の記載と写真

Description and photo of soil profile in experimental site of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) trees at Tohoku Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, FFPRI.

【断面 1】区画 222 適潤性褐色森林土 BD

母材 岩手火山岩屑なだれ堆積物（出典：土井 1991, 岩手県滝沢村教育委員会 1997）

調査地 岩手県滝沢市大崎

図幅 1:25,000 鷹高 緯度 39°49'5"N 経度 141°8'26"E

標高 236 m 地形 北上川河岸段丘上部

断面方位 347° N 傾斜 6° 調査土壌深 115 cm+

林相 スギミニチュア採種園（2008 年植栽・造成）

調査者氏名 小野賢二・竹田宣明・宮本尚子 調査日 2018.7.25

土壌断面の記載 …

L: 0.5 cm	イネ科草本の枯れ葉
A1: 0 ~ 25 cm	黒褐色 (10YR 2/2)、壤土、潤、石礫なし、非常に弱度の大亜角塊状構造、非常に砕けやすい、軟 (14.6*)、隙間孔隙、孔隙率 3、細・小根あり・中根乏し、アリの巣あり、次層位との層界は平坦漸変
A2: 25 ~ 35 cm	黒褐色 (10YR 2/3)、砂質壤土、潤、石礫なし、弱～中度の大亜角塊状構造、非常に砕けやすい、堅 (21.4*)、細小泡孔隙あり、孔隙率 2、細・小・中根乏し、次層との層界は平坦漸変
A3: 35 ~ 45 cm	黒褐色 (10YR 2/3)、埴壤土、潤、石礫なし、弱～中度の大亜角塊状構造、非常に砕けやすい、堅 (19.8*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、細・小・中根乏し、次層との層界は平坦漸変
A4: 45 ~ 58 cm	黒褐色 (10YR 2/3)、埴壤土、潤、石礫なし、壁状構造、砕けやすい、堅 (19.0*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、細・小・中根乏し、スギ腐朽根有り、次層との層界は平坦漸変
B: 58 ~ 80 cm	黒褐～暗褐色 (10YR 2 ~ 3/3)、埴壤土、潤～湿、石礫なし、壁状構造、砕けやすい、堅 (17.0*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、細根乏し、次層との層界は平坦判然
2A: 80 ~ 105 cm	黒褐色 (10YR 2/2)、砂質埴壤土、湿、石礫なし、壁状構造、非常に砕けやすい、堅 (17.0*)、細小泡孔隙乏し・小導管孔隙乏し、孔隙率 2、小根乏し、次層との層界は不規則判然
2B: 105 ~ 115+ cm	暗褐色 (10YR 3/4)、砂質埴土、湿、石礫なし、壁状構造、非常に砕けやすい、堅 (16.2*)、細小泡孔隙乏し、孔隙率 2、根なし

* 山中式土壌硬度計による 5 点の測定値の平均 (mm)

土壌断面写真



Soil properties and morphology in miniture Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* (Thunb.)) seed orchards

Kenji ONO^{1)*}, Nobuaki TAKEDA²⁾ and Naoko MIYAMOTO²⁾

Abstract

Soil fertilization in miniature seed orchards is important to ensure the growth and reproduction of seed trees, which are heavily damaged by seed production practices. A survey and physicochemical analysis of soil were conducted in miniature *Cryptomeria japonica* seed orchards at the Tohoku Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, FFPRI to determine the orchard soil properties before establishing procedures for standardized soil fertilization management. Soils were classified as typical brown forest soils and were generally rich in humus, poor in inorganic-N and available-P₂O₅ contents along with low degrees of base saturations compared with orchard and farmland soil values from previous reports. These results will be used to establish a concrete fertilization management plan for miniature seed orchards.

Key words : miniture seed orchard, *Cryptomeria japonica*, soil chemistry, soil physics, fertilization

Received 23 April 2020, Accepted 6 July 2020

1) Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Tohoku Regional Breeding Office, Forest Tree Breeding Center, (FFPRI)

* Tohoku Research Center, FFPRI, 92-25 Nabeyashiki, Shimokuriyagawa, Morioka, Iwate, 020-0123, JAPAN; E-mail: don@ffpri.affrc.go.jp