

速報

スギ林土壌の地形による違いと経時変化^{*1}佐々木重行^{*2} ・ 廣田篤彦^{*3}

キーワード：スギ林, 土壌硬度, A層厚さ, pH, 交換性塩基

I. はじめに

石油燃料の燃焼により排出される汚染物質を含んだ酸性雨による森林土壌への影響が懸念されている。また、林業地では、伐採、搬出、植栽が繰り返し行われ、この林業作業が森林土壌に与える影響を把握することは林業の持続的経営を考える上で重要である。加えて最近では、スギ集団葉枯症状の原因として葉のK不足が報告されている（今矢ほか2007, 2008）。しかし、森林土壌の同一地点での長期にわたる変化についての調査事例は少ない。

一方、森林土壌の形状や理化学性は、同一林分内でも変動し不均一性が高い。このため林分内での時間による変化を比較検討するにはできるだけ多点の調査を行い比較することが望ましい。今回は、2005年に造林後無間伐で経過したスギ林で150点以上の土壌調査と試料の採取を行い、過去に行われた調査のデータ（竹下ほか（1963）、佐々木ほか（1996））と比較したので報告する。なお、本報告の一部は平成17年度林野庁研究・保全課（当時）森林吸収源・活用体制整備事業により行った。

II. 調査地の概要および分析方法

調査は福岡県八女郡矢部村大字北矢部にある福岡県森林林業技術センター矢部第1試験林で行った。調査地は面積約1.6ha、標高430~550mで、表層地質は絹雲母片岩主体の結晶片岩である。林分調査は1958年、1981年、2000年、2009年に行われた。その時の林分概況を表-1に示す。1958年と1981年は林分内の約1haについて行った毎木調査の結果から、2000年と2009年は林分の中央付近に設定したプロット（0.04ha）の毎木調査結果を示して

表-1. 林分概況の変化

測定年 (年)	林齢 (年)	樹高 (m)	本数密度 (本/ha)	材積 (m ³)
1958	33	14.5	1,762	475
1981	20	12.5	2,142	238
2000	39	24.4	2,075	896
2009	48	30.1	1,200	980

いる。本調査地は、1958年竹下ほか（1960）の調査時までには、間伐などの作業が行われたが、調査後伐採され1962年にスギ（ヤイチ）が植栽された。その後、下刈りは行われたが、現在に至るまで間伐は行われていない。

土壌調査は、1958年、1991年、2005年に行われた。1958年に竹下ほか（1960）によって調査地を10m×10mのメッシュで区切り、その交点で土壌断面調査と土壌試料の採取が行われた。1991年（佐々木ほか1996）と2005年も同様のメッシュを少しづつずらして設け、その交点で土壌断面調査を行うとともに深さ5cm、50cmから土壌試料を採取した（図-1）。調査地点数は1958年、1991年、2005年それぞれ130、151、163点である。土壌断面調査では通常の層位区分、土性、土色のほか表層と深さ5cmおよび以下10cmごと深さ50cm程度まで山中式硬度計（DIK5552大起理化学工業）による土壌硬度の測定も行った。pHの測定は風乾細土20gに50mlの蒸留水を加え攪拌しガラス電極法（ベックマン32型）で行った（亀和田, 1997）。交換性塩基は風乾細土5gを1M酢酸アンモニウム（pH7.0）により抽出し（亀和田, 1997）、

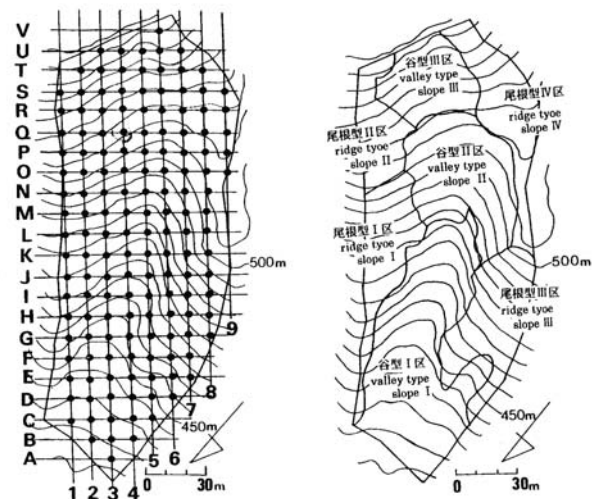


図-1. 土壌試料採取地点と地形区分

^{*1} Sasaki, S. and Hirota, A.: Characteristics and change of soil profile and chemical components related to micro-topography and long term period in Sugi (*Cryptomeria japonica*) stand.

^{*2} 福岡県森林林業技術センター Fukuoka Pref. For. Res. & Tech.Ctr., Kurume, Fukuoka 839-0827

^{*3} 福岡県筑後農林事務所 Fukuoka Pref. Chikugo Office of Agr. and For., Chikugo, Fukuoka 833-0041

原子吸光分光光度計（島津製作所, AA-6400F）で分析を行った。

Ⅲ. 結果および考察

土壌の変化は、A層の厚さに現れると考えられる。1958年、1991年、2005年に測定したA層の平均厚さはそれぞれ36.4cm、30.8cm、24.7cm（図-2）となり、いずれも有意差が見られた（ $p < 0.001$ ）。竹下ほか（1960）の地形区分に沿って地形別の特徴を見ると、植栽後29年目に当たる1991年は東側の尾根型Ⅰ、Ⅱ区以外で1958年よりA層は大幅に減少していた。特に、急傾斜の谷型Ⅱ区での減少が大きかった。これは、無間伐であったため、林床が暗く下層植生が繁茂せず表土の流亡が発生していたためと考えられた。2005年の調査時点で、それまで植生が無かった下層にシダなどの侵入が見られた。この時点での土砂の流亡は止まっていると推察される。しかし植生が侵入してもすぐには土壌のA層は増加しないと考えられた。

1991年と2005年に測定した土壌硬度の深さ5cmと10cmごとに深さ50cmまでの平均値を図-3に示す。深さ5cmから40cmまでは2005年が1991年よりいずれも有意に低かった（5cmでは $p < 0.05$ 、それ以外は $p < 0.001$ ）。深さ50cmでは、2005年が1991年より逆に高くなった（ $p < 0.05$ ）。これは、下層植生の侵入と深さ

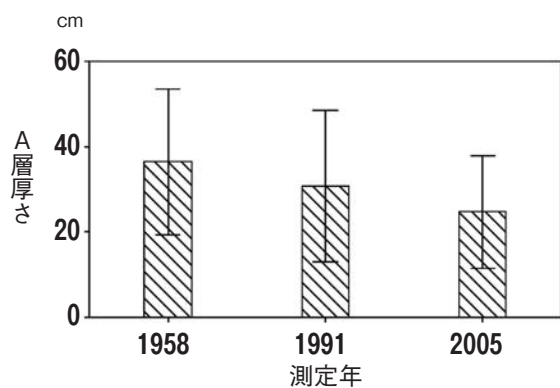


図-2. A層厚さの変化（垂線は標準偏差）

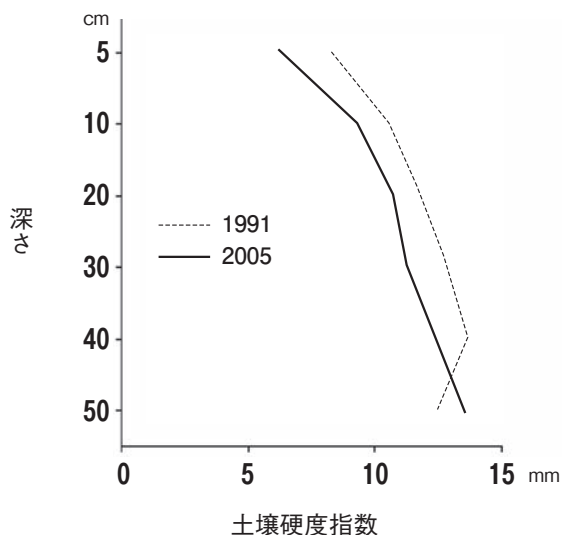


図-3. 土壌硬度指数の変化

40cmまでは地下部の根の成長、枯死、腐朽、新しい根の伸張を活発に繰り返すことで、土壌孔隙が増加した結果、土壌硬度も低くなったと考えられた。深さ50cmでは、根の発達が十分でなかったと考えられた。

深さ5cmと50cmの土壌pHの変化を図-4に示す。深さ5cm、50cmのpHはそれぞれ1958年では5.08、4.99、1991年では4.57、4.72、2005年では4.36、4.63であった。深さ5cm、50cmとも1958年より1991年が、1991年より2005年がいずれの深さでもpHは有意に低かった（ $p < 0.01$ ）。地形区分別に見ると（図-5）、いずれの地形区分でも1958年と比較して1991、2005年とも低かった。また、深さ5cmでは谷型、尾根型とも斜面下部である谷型Ⅰ区、尾根型Ⅰ区、尾根型Ⅲ区で大幅なpHの低下が見られた。深さ50cmでは、1991年、2005年とも地形による変動は低く、地形の影響があまり見られなかった。

竹下ほか（1963）によって分析された1958年と今回の2005年の深さ5cm、50cmの交換性塩基の平均濃度を図-6に示す。交換性Ca、Mg、Na、Kの平均濃度は、1958年より2005年が深さ5cm、50cmのいずれでも低下していた（交換性Caを除いていずれも $p < 0.01$ 以下で有意差有り）。1958年と2005年の交換性Ca、Mg、Kの平均濃度は、酸性雨モニタリング調査第1期で得られた九州地域スギ林の衰退林分の土壌の交換性Ca、Mg、Kの平均濃度3.05、0.64、0.39meq/100g（佐々木ほか2001）や、伊藤（1976）の林地生産力判定基準の不良と判定される交換性K、Ca、Mgのそれぞれの値 < 0.2 、 < 2 、 < 0.5 meq/100gより低かった。また、本林分での発症は見られないが、今回報告した1958年と2005年の交換性Ca、Mg、Kの濃度は、今矢ほか（2007、2008）が報告したスギ集団葉枯症状が見られる林分の土壌の交換性Ca、Mg、Kの値とほぼ同じか、それよりも低い値であった。これらのことから、この林分の交換性Ca、Mg、Kの濃度は、スギ林分としては低い方にあると考えられた。しかし、表-1に示した2000年と2009年の林分調査の樹高を見ると、24.4mと30.1mで、これは地

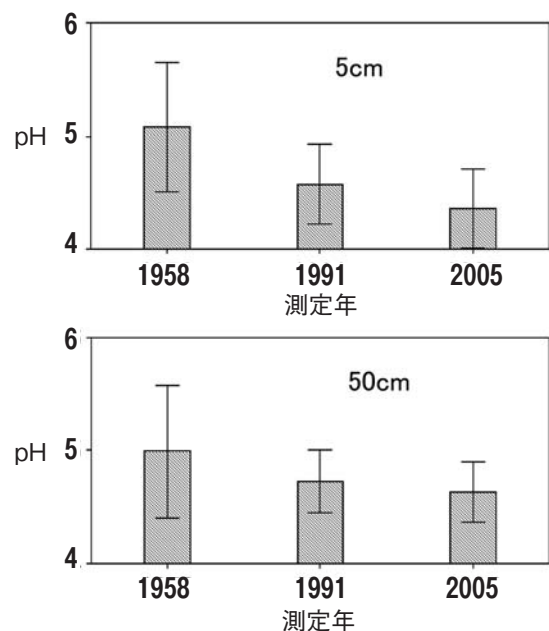


図-4. 深さ5cmと50cmの土壌pHの変化（垂線は標準偏差）

位樹高（35年生）22~24mに相当することや、最近でも年平均約50cmの樹高成長を示しており、地位が低いとはいえない。これらのことから、スギの樹高成長には土壌の交換性塩基濃度の影響は少ないと考えられた。竹下ほか（1963）も樹高成長と交換性塩基の関係開析を行い同様の報告を行っている。この林分で交換性塩基濃度が他の調査事例と比較して低かったのは、無間伐による影響か、それ以外の要因によるものか不明であり、今後さらにモニタリングを続ける必要があると思われる。

1958年と2005年の深さ5cmの交換性Ca、Kの各地形区分ごとの平均濃度を図-7に示す。交換性Caは1958年では全体的にみると斜面下部で濃度が高い傾向が見られたが、2005年には、斜面上部での濃度が高い傾向がみられた。濃度の低下は斜面下部での大きく、谷型Ⅲ区や尾根型Ⅳ区で斜面上部では逆に濃度が上昇しており地形と対応した変動を示していない。交換性K濃度では、1958年と2005年も地形区分に対応した濃度は見られず、濃度の低下も地形区分によらず一様に低下していた。竹下ほか（1963）

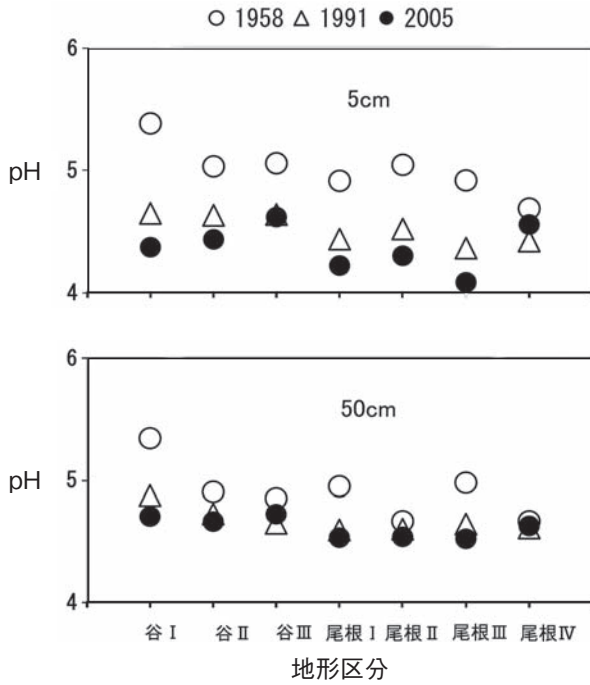


図-5. 地形区分毎の土壌 pH

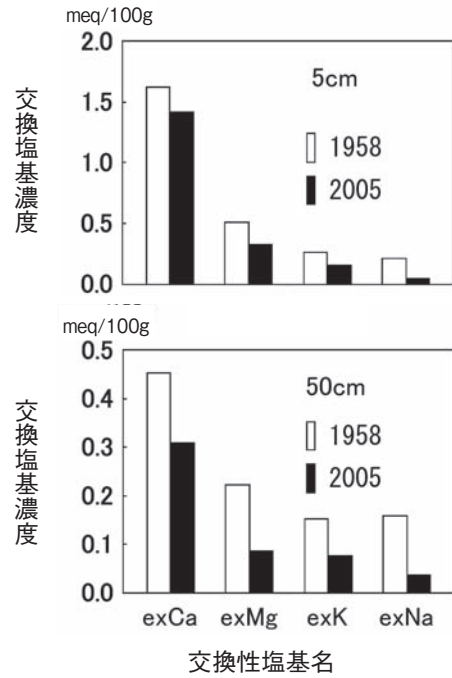


図-6. 各交換性塩基の平均濃度

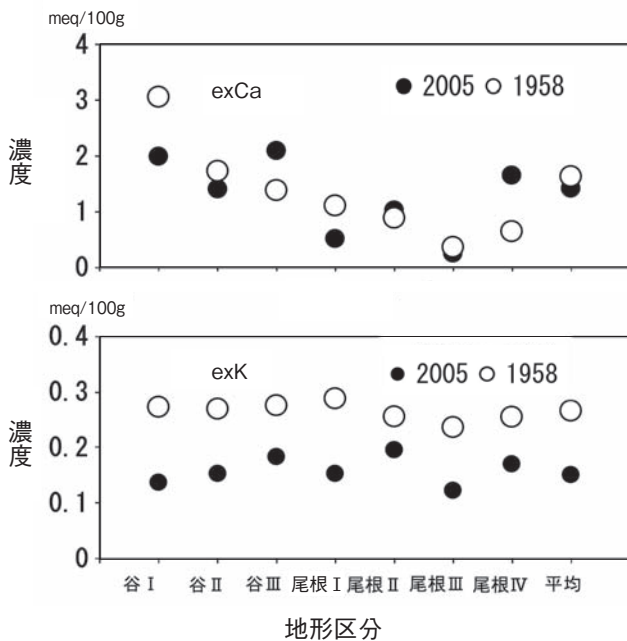


図-7. 地形区分毎の交換性Ca、Kの平均濃度（5cm）

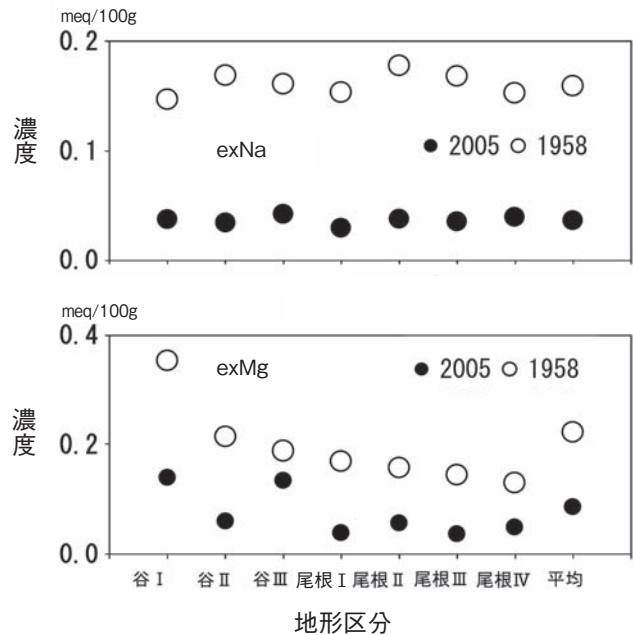


図-8. 地形区分毎の交換性Ca、Kの平均濃度（50cm）

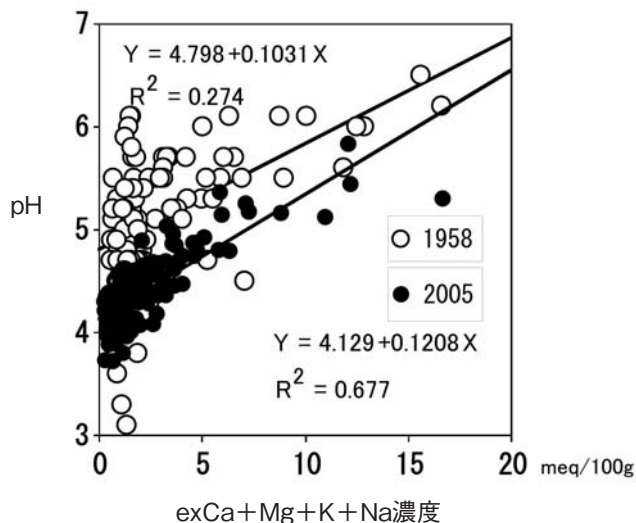


図- 9. 交換性塩基濃度と pH の関係

も交換性 Ca, Mg 濃度と地形区分の関係性は低かったとしている。深さ 5cm の交換性 K, Na についても同様であった。

次に、交換性 Na と Mg の深さ 50cm の地形区分ごとの平均濃度を図- 8 に示す。濃度と各地形区分との間に明確な傾向はみられず、また、いずれの地形区分でも低下していた。これは深さ 50cm の交換性 Ca, K も同様であった。これらのことから、今回用いた地形区分では土壤中の交換性塩基の集積、流亡の説明ができなかったことから、さらに微細に区分した微地形による解析が必要と考えられた。

交換性塩基濃度と pH は一般的に正の相関があると考えられ、交換性塩基の濃度が低下すれば pH も低下すると考えられる。そこで、1958年と2005年の交換性塩基濃度と pH の関係を図- 9 に

示す。いずれも、交換性塩基濃度と pH の間には正の相関が見られた ($p < 0.001$)。しかし、交換性塩基濃度が同じでも pH は 1958年より2005年の方が低く、pH の低下は交換性塩基濃度の低下だけでは説明できない。pH の低下には交換性塩基濃度の低下だけでなく、陰イオン成分の増加も関係することから、今後、アニオン成分となる窒素の集積もモニタリングする必要があると考えられた。

本研究での 2 回あるいは 3 回の土壌調査の結果からスギ林での土壌の A 層の厚さの減少や土壌の pH, 交換性塩基濃度の低下が見られた。今回対象とした林分では植栽後下刈りは実施されたが、その後除伐や間伐は行われていない。このことと今回の土壌 pH や交換性塩基濃度の低下との関連があるのか、あるいは一般的なスギ林でも起こりうるのかについて明らかにするため、今後もこの林分での調査を継続するだけでなく、通常の間伐などの施業が行われたスギ林での調査も必要である。

引用文献

- 今矢明宏ほか (2007) 九州森林研究 60 : 142-143.
 今矢明宏ほか (2008) 九州森林研究 61 : 146-148.
 伊藤忠夫 (1976) 茨城県林試研究報告 9 : pp. 105.
 亀和田邦彦 (1997) 交換性陽イオン・陰イオン(土壌環境分析法, 427pp. 博友社, 東京) 215-222.
 佐々木重行ほか (1996) 福岡県森林技セ研報 1 : 13-55.
 佐々木重行ほか (2001) 森林立地 43 (2) : 42-52.
 竹下敬司ほか (1960) 福岡県林試時報 12 : 1-162.
 竹下敬司ほか (1963) 福岡県林試時報 16 : 61-136.
 (2009年10月24日受付; 2010年1月9日受理)