

# トドマツ落葉の分解が土壤におよぼす影響

山 本 肇<sup>(1)</sup>

真 田 悦 子<sup>(2)</sup>

## はじめに

森林土壤における落葉の分解は、土壤の生成過程、林木の成長に必要な養分の供給などの面から、森林土壤の基本的な重要課題のひとつとして、その重要性が古くから強調されてきた。また近年に至り、林業においての関心が高まりつつある地力維持を考えていくためにも、落葉の分解について種々の角度から行なわれた調査研究の資料が最も重要な役割を果たすであろう。現在、北海道における落葉の分解に関する研究は資料も少なく、今後急速に発展させなければならない重要な課題と考えられる。

したがって、落葉の分解過程の研究方法として、筆者らは、自然状態におけるトドマツ落葉の無機、有機組成を調べ、そのトドマツ落葉の分解する過程における物質の移動を追究し、さらにトドマツ林を皆伐あるいは間伐、また樹種混交した場合、それらの落葉がどのように変化し、鉍質土壤のうえにどのような影響をあたえていくかについて検討を行なった。

この報告は試料も少なく、十分な結論を得るにいたっていないが、今後の参考資料としてとりまとめることにした。

この研究の調査ならびに取りまとめにあたって、ご懇切な指導を賜わった林業試験場土壤調査部長橋本与良博士、同土壤肥料科長塘 隆男博士、同土壤第一研究室長松井光瑞技官、同土壤第二研究室長蔵本正義技官ならびに林業試験場北海道支場長寺嶋康正技官、同顧問研究員内田丈夫博士、同造林部長柳沢聡雄技官、同経営部長内 力技官、同土壤研究室長原田 洸技官に深く感謝申し上げる。また、現地調査にあたって種々お世話いただいた関係営林署各位に深い謝意を表する。

## 1. トドマツ造林による土壤の変化

同一環境条件下においても造林樹種がことなるにともない土壤の状態が変化することはすでに諸学者によって認められている<sup>(4) (5) (6)</sup>。北海道において内田<sup>(23)</sup>は針葉樹林地での有機物の分解はおそく、しかもその有機物は厚く堆積して Mor の形態を示し、したがって森林における栄養源を考える場合、鉍質土壤への養分循環を遅滞させるもので、堆積腐植の形態区分は有力な基礎手段であるとしている。

著者らは樹種—堆積腐植—土壤の性質の関係を知る目的のために、余市地方で、同一環境条件を有すると思われるトドマツ林地とその周辺の広葉樹林地とを選び、その資料について、林分の構成樹種と堆積腐植との関係およびトドマツ造林による鉍質土壤の変化などを検討し、明らかな差異を認めたので、ここに観察ならびに分析結果を報告する。

1969年12月6日受理

(1)(2) 北海道支場造林部土壤研究室

### 1-1. トドマツ林と広葉樹林の堆積腐植および土壌のちがひ

調査地は余市町赤井川明治にある明治鉾山の社有林で、本鉾山は昭和2年休鉾したので、その後社有林は全く放置されたままとされているといわれている。事実本地域の森林は小径木のみであり、かつ伐根は見あたらなかった。しかし休鉾前は従業員の薪炭林として常時伐採されていたため、休鉾直前はほとんどクマイザサからなる無立木地のような状態であったといわれている。

かかる状態にあった無立木地が本年まで約25年間、全く放置されて自然状態のままにまかされたが、現在まで大部分の地域が広葉樹によっておおわれるに至り、局部的にトドマツ林を構成するに至った。

筆者らが調査した地域は南西にむかう緩傾斜地で、同一斜面上にトドマツの純林とミズナラなどの広葉樹林が互いに隣接し成林していた。

トドマツは胸高直径3~10cm、樹高2~10mのものが生育し、相互の樹冠は交錯したために、直径3cm内外の被圧木が相当数にのぼっていた。その下にはクマイザサ(高さ1.5m)が非常にうすく散在し、そのほかツルシキミ、ナニワズ、イヌガヤ、ゴトウヅルなどがわずかに認められた。

広葉樹林に直径15cm、樹高10m内外のミズナラなどが散在し、その下にクマイザサが1m<sup>2</sup>あたり15本の割合で存在し、ほかにイヌガヤ、ツルシキミなどが両者と同様に散生していた。

とくに本地域は、トドマツの天然更新が行なわれ、樹高60~70cmのトドマツ稚樹が1m<sup>2</sup>あたり1本の割合で認められた。

いま、両地域の土壌断面を比較してみると、明らかにその形態は異なり、トドマツ林の堆積腐植はいわゆるMorにぞくして、F層はトドマツ落葉の分解されたものに菌糸が厚く発達しH層は欠け、鉾質土壌とは明らかに一線を画し、鉾質土壌から容易に剥離することができる。それに反して、広葉樹林ではF層はほとんど認められず、落葉のしたにH層が発達し、かつそのしたには鉾質土壌の表層部と混合して粒状構造を呈し、黒褐色のいわゆるA<sub>1</sub>層が発達し、このA<sub>1</sub>層はしだいにA<sub>2</sub>層に移っていた。すなわちMullの形態にぞくしている。

したがって、トドマツ林ではH層やA<sub>1</sub>層のように分解および腐植化のすすんだ層が発達しないで、ただ厚いF層によって鉾質土壌表面をおおっているにすぎないが、広葉樹林ではA<sub>1</sub>層が発達して鉾質土壌の表層部分と混合し、腐植が鉾質土壌に侵入した状態を示していた。これら鉾質土壌は土壌調査の基準型を用いると、トドマツ林はPo III型に近い形態を有し、A、B層ともに弱度の堅果状構造を有し、淡色を呈し、有機物は少ない。広葉樹林ではA<sub>2</sub>層およびB層は明らかに堅果状構造を有し、外観からBc型に類する形態を示し有機物含有量はトドマツ林にくらべてまざっている。

以上の調査結果から見ると、本調査地域のような環境条件においては、針葉樹林は雨量や気温、ひいては地温の低下、さらに針葉樹の落葉の分解や腐植化に対する困難性のため、広葉樹林の堆積腐植とは異なったものが発達し、そのため下に横たわる鉾質土壌の上にも種々の影響を及ぼしたと考えられる。

### 1-2. トドマツ造林による鉾質土壌の変化

資料採取箇所ならびにその他の状況

本調査地は余市営林署管内11林班、13林班内で第三紀層を母材とする。海拔高50m前後で南東に面する緩傾斜地上に、トドマツ造林地と、ヤチダモ、キハダ、クワ、クルミなどの広葉樹二次林が互いに隣接していたところである。

トドマツ造林地のトドマツは林齢32年生で、平均樹高14.0m、平均胸高直径12.0cmのものからなり、

その下にはトドマツ稚樹が認められる。植生はクルマバソウ、イワガラミ、スマシレ、ネマガリダケ、ナニワズなどがわずかに存在していた。

これに対して広葉樹林地は、ネマガリダケが優占種として存在し、クルマバソウ、フッキソウがわずかに認められた程度である。

#### a) 供試土壌断面の外観的性状

今ここに、両地域の土壌断面を記載するとつぎのとおりである。

##### トドマツ造林地

F層 0~2.0cm トドマツ落葉からなって堆積している。

A<sub>1</sub>層 0~2.0cm 黒褐色、腐植にとむ。浅く、乾燥し、団粒状構造を示す壤土である。

A<sub>2</sub>層 2.0~14.0cm 灰白色を呈する粉状で、石礫をわずかに含む砂質壤土。

B層 14.0~30.0cm 黒味を帯びた茶褐色。上部より菌糸侵入し、乾燥している。弱い堅果状構造を呈し、石礫を含む砂質壤土。

C層 30.0cm以下 褐色、B層との区別は肉眼で判別できず堅い。角礫を有する砂質壤土。

これらの点からみて細屑状Morに属し、P<sub>b</sub>Ⅲ型土壌に近い形態を示す。

つぎに広葉樹林地についてみると、つぎのとおりである。

F層 0~1.0cm 主としてクマイザサの細片がりん片状になって堆積し、鉍質土壌表層をうすくおっている。

H層 1.0~2.0cm 黒味の強い粒状構造を呈したH層がわずかに認められる。

A<sub>1</sub>層 0~10.0cm 黒褐色、上部より腐植の侵入した状態を示す。やや堅果状構造を呈する壤土。

A<sub>2</sub>層 10.0~22.0cm 黒褐色、堅果状構造を呈している壤土。

B層 22.0~31.0cm 茶褐色、強い堅果状構造を有する。石礫を含む砂質壤土。

C層 31.0cm以下 茶褐色、B層との区別は不明りょう、堅い、角礫を有する砂質壤土。

この広葉樹林地については盤状Mullにぞくし、B<sub>c</sub>型土壌に類する形態を示している。

#### b) 土壌の化学的性状

トドマツ造林地と広葉樹林地の土壌の化学的性質を比較するため、腐植の含有量、不飽和度、置換酸度pH、置換性石灰、炭素および塩基置換容量などの測定ならびにT<sub>amm</sub>法によるSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の移動性膠質物の測定を行なった。これらの結果は、第1表および第1図のとおりである。

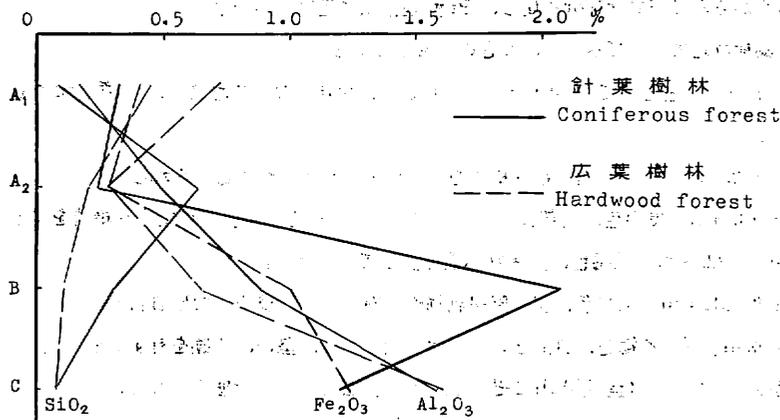
これら両林地のpHについてみるとトドマツ林では、A<sub>1</sub>層、A<sub>2</sub>層、B層と下層にむかうにしたがい低くなる状態を呈し、B層ではpH 4.21を示している。

広葉樹林地のpHはトドマツ造林地同様にA<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>、B層と下層にむかい低くなるが、B層ではpH 4.91でトドマツ林のB層より高い値を示している。一般に、トドマツ林は各層ともに広葉樹林地よりpHが低い結果を示している。つぎに置換酸度をみると、トドマツ林は広葉樹林地より一般に高い傾向を示している。とくにB層においては、広葉樹林の3.75に対しトドマツ林では13.75の値を示している。不飽和度では両林地ともに上層より下層へむかって大きい数値を示しているが、トドマツ林地は広葉樹林地より大である。とくにトドマツ林地のB層は54.9%で、最も大きい値を示している。置換性石灰量をみると、トドマツ林のA、B、Cの各層ともに広葉樹林地と差異は認められない。ただ上層より下層にむかって減少している。炭素は広葉樹林地のA<sub>2</sub>層ではトドマツ林地のそれより多く、広葉樹林ではトドマツ林地にくらべ

第1表 化学的性質

Table 1. Chemical properties of the soils

林分	Stand	針葉樹林				広葉樹林			
		Coniferous forest				Hardwood forest			
層位	Horizon	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B	C	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	B	C
	pH	5.36	5.09	4.21	5.63	5.90	5.52	4.91	5.62
	Exch. acidity (3y <sub>1</sub> )	4.00	2.50	13.75	10.75	3.75	1.25	3.75	10.75
	Exch. CaO (%)	0.65	0.18	0.02	0.05	0.68	0.32	0.03	0.05
	Carbon (%)	11.79	5.65	3.44	1.89	10.73	9.12	3.85	1.89
	Degree of unsaturation (%)	28.88	33.24	54.91	68.76	35.23	31.82	44.25	68.76
	Exch. cap. (m.e./100g)	55.40	52.65	35.33	25.45	45.42	41.48	33.88	25.45



第1図 シュウ酸アンモン可溶のSiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量

Fig. 1. Amounts of SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> soluble in Tamm's ammonium-oxalate solution.

で腐植は多く、しかも深く浸入していることを思わしめる。つぎに塩基置換容量についてみると、トドマツ林地はA<sub>1</sub>層 55.4, A<sub>2</sub>層 52.7, B層 35.3と下層へ減少した。広葉樹林地もA<sub>1</sub>層 45.4, A<sub>2</sub>層 41.5, B層 33.9と下層へ減少しているが、トドマツ林地は広葉樹林地より各層ともに大きい数値を示している。

また、Tamm法によってシュウ酸アンモンに溶出するSiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量を測定した結果は第1図で示したように、トドマツ林地ではシュウ酸塩に溶出するSiO<sub>2</sub>はA<sub>1</sub>層0.084%で最も少なく、A<sub>2</sub>層で急激に増加し、0.648%で最も多い値を示し、B層で激減し0.308%となる。Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ではA<sub>1</sub>層0.320%, A<sub>2</sub>層0.24%を示し、B層最も多く2.08%を示し、C層に至って1.200%と減じている。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はA<sub>1</sub>層0.16%, A<sub>2</sub>層0.480%の順に増加し、B層において急激に増加し0.880%を示している。これに反して広葉樹林地のSiO<sub>2</sub>はA<sub>1</sub>層0.440%, A<sub>2</sub>層0.122%, B層0.108%で上層から下層へと減少している。Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ではA<sub>1</sub>層0.720%, A<sub>2</sub>層0.260%, B層で1.000%に増加を示す、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>はA<sub>1</sub>層で0.420%, A<sub>2</sub>層

0.280%, B層で増加し0.670%を示している。

したがって、これら両林地を比較してみると、広葉樹林地では、溶脱集積の程度はきわめて微弱に現われているにすぎないが、トドマツ林では、広葉樹林にくらべて明りような溶脱集積の状態を認めることができると思う。

### 考 察

以上余市地方において、2, 3の調査例をはあくしたにすぎないが、トドマツ造林によって一斉林が成立することは、広葉樹林に生成される Mull 型の堆積腐植とは異なった Mor 型の堆積腐植が発達し、その下に横たわる鉍質土壤の諸性質にも種々の影響を及ぼし、さらに土壤漂白化の作用が促進される危険性のあることは、以上1-1および1-2の結果から十分理解されるであろう。

最近北海道において、このような事実の認められている地域も少なからずある現状から、将来針葉樹林を仕立てる場合の施業方法について検討する必要性を示しているように思われる。

## 2. トドマツ造林地における間伐がA<sub>0</sub>層の組成および土壤の性質におよぼす影響

閉鎖林分を間伐あるいは皆伐することによって、林地は以前と異なった諸種の環境変化を生じ、これらの変化の総合的影響が落葉の分解状態を変化させ、鉍質土壤に変化をあたえることはすでに多くの学者によって述べられている。

すなわち、河田<sup>21)</sup>はカナダツガの間伐ならびに枝打ちによって、その林地における気象条件の変化を認め、ANGSTRÖM は間伐によって、夏には2~3°Cの温度の上昇を認めている。内田<sup>22)</sup>はドイツトウヒ林における無間伐区と間伐区とでは腐植の外観的形態は明らかに異なり、かつそれを構成する有機物量にも大きな相違のあることを認め、間伐区は無間伐区にくらべて分解の進ちょくを思わしむるものがあるとしている。WITTECH<sup>26)</sup>は粗腐植を地表面から除去するためには、草本類の共同作用の必要性を認めている。さらにFENÉR<sup>3)</sup>は土壤微生物の生活は皆伐によって、破壊または阻害されることなく、むしろその数の増加をみとめ、これは太陽光線の照射による地温の上昇に帰因するとしている。

したがって、著者らは本道のトドマツ林において間伐などの施業を行なった場合、地表面にある堆積腐植のうえにいかなる変化をまねくかを知るために、滝川林務署芦別事業区の同一林齢のトドマツ造林地において、無間伐区と間伐後3年経過した両林地で調査を行なった。

本調査結果を直ちに全道一円に適用することはできないが、その一端が推知できればと考えるにその結果について述べる。

調査地および調査林分の概要は、第2表および第3表のとおりである。

第2表 調査地の説明

Table 2. Explanation of location

林分 Stand	土壤型 Soil type	母材 Parent material	方位 Direction	傾斜 Inclination	標高 Altitude (m)	地形 Topography	光度 Lux
無間伐区 Non-thinning plot	B <sub>0</sub> (d)	古第三紀層 Palaeogene	SW	7°	120	凸形緩斜地 Convex slow slope	650
間伐区 Thinning plot	B <sub>0</sub> (d)	古第三紀層 Palaeogene	SW	8°	130	凸形緩斜地 Convex slow slope	2,450

第3表 調査林分の概要

Table 3. General condition of the investigated stand

林分 Stand	樹高 Tree height(m)	胸高直径 Diameter (cm)	林齢 Age	胸高断面積 Base area (m <sup>2</sup> /ha)	立木本数 No. of stand (per ha)	材積 Volume (m <sup>3</sup> /ha)
無間伐区 Non-thinning plot	10.4	14.2	29	30.6	2356	251
間伐区 Thinning plot	11.5	15.1	29	35.7	1245	336

無間伐区にあつては、植栽後下刈り、除伐などの手入れが行なわれただけで、林齢29年生に至るまで放置されていた林地である。ために各林木の樹冠は相互に接触し、枯枝は交錯し、立ち入るのに多少困難をきたすような林況であつた。地表には全く草本類を認めることができず、堆積腐植は主としてF層からなり厚さ2.5cmに達し、鉍質土壌との剥離は容易である。

これに反して、間伐後3年経過した林地ではエゾヨモギ、ムカゴイラクサ、フッキソウ、オンダなどの侵入が認められ、堆積腐植は無間伐区のものにくらべて薄く、色彩はほぼ黒色を呈し、厚さ1.0cm程度であり、鉍質土壌との区別は前者ほど明りょうではなく、その分離も容易でなかつた。鉍質土壌表層は前者にくらべてやや黒味を帯びた褐色を呈している。

これらの林地で落葉量の測定を行ない、さらにA<sub>0</sub>層および鉍質土壌を採取して分析を行なつた。

落葉量の実態はあくについては、1m<sup>2</sup>の防虫網でわくを作り、1区あたり7か所に散置し、2年間調査した。また、A<sub>0</sub>層の採取は表面積1m<sup>2</sup>あたりを切り取り、採取秤量したのち、乾物重の計算を行ない、これを細粉し分析に用いた。

試験成績および考察

以上の方法で調査した落葉量、A<sub>0</sub>層量および有機物量を示すと、第4表のとおりである(有機物の測定は灼熱損失量によつた)。

第4表 A<sub>0</sub>層量とその平均分解率および有機物量

Table 4. Amount of A<sub>0</sub>-layer, average rate of decomposition and organic matter content

林分 Stand	落葉量 Amount of leaf-litter (kg/m <sup>2</sup> )	A <sub>0</sub> 層量 Amount of A <sub>0</sub> -layer (kg/m <sup>2</sup> )	平均分解率 Average rate of decomposition (%)	A <sub>0</sub> 層中の有機物量 Organic matter content in A <sub>0</sub> -layer (%)	有機物量 Organic matter (kg/m <sup>2</sup> )
無間伐区 Non-thinning plot	2.42	15.3	14.6	74.27	1.14
間伐区 Thinning plot	2.12	9.4	22.6	68.71	0.65

この結果からみると、A<sub>0</sub>層における有機物含有率は、無間伐区および間伐区ともに著しい差異は認められないが、A<sub>0</sub>層の現存量においては無間伐区は間伐区よりまさり、1.62倍の多い量を示す。ために無間伐区の1m<sup>2</sup>中の有機物量では大きな値が生じている。

つまり間伐区は、諸種の気象条件などの影響により、A<sub>0</sub>層の現存量は少ない値を示し、反面無間伐区は古くから堆積されたA<sub>0</sub>層の分解が緩慢なため、移動消失の少ないことを示すものではないかと思われ

る。この点、第4表に示した平均分解率の数値の上からみてもうかがわれるであろう。

地表面に加えられた落葉類は、その量だけでなくそのうち有機組成は加えられた当初のものと種々異なった組成を示すものとされており、あるものは速やかに分解減少し、あるものは分解に対する抵抗性が大なるために相対的な増加を示すに至る。またあるものは、分解後ただちに合成されて増加する結果となるものがある。

したがって、分解作用の進ちょくとともに、落葉中の有機物体中に含まれる各有機組成成分の割合とちがった有機組成成分の割合が生ずることが推測される。すなわち、リグニン様物質の相対的増加、繊維素の減少などが生ずるのである。

これら有機組成成分の消長を WAKSMAN<sup>24)25)</sup> の提唱した方法に大略準じて検討した。その結果を示すと、第5表のとおりである。

第5表 トドマツ林A<sub>0</sub>層の有機組成 (絶乾無灰物 100g中)  
Table 5. Organic component of the A<sub>0</sub> layer in the forest stand of *Abies sachalinensis* (in 100g of oven-dry and ash-free matter)

林分 Stand	試料 Sample	エーテル・アルコール可溶物 Ether-alcohol soluble matter (%)	糖類 Carbohydrate as sugar (%)	リグニン様物質 Lignin-like matter (%)	粗蛋白質 Crude protein (%)	計 Total (%)
無間伐区 Non-thinning plot	L-layer	16.73	26.98	44.36	2.73	90.80
	F-layer	12.27	18.23	56.96	3.87	89.88
間伐区 Thinning plot	L-layer	16.28	26.35	44.79	2.77	90.19
	F-layer	10.28	15.31	59.18	4.29	92.48

すなわち、エーテル・アルコール可溶性有機物は、無間伐区および間伐区ともに、L層よりF層に減少している。また間伐区の場合無間伐区にくらべて、L層では差異は認められないが、F層に至るとその減少は大きい。

糖類についてみると、両区ともにL層からF層へ減少している。これら両区のL層中の糖類は大きな差異を認めることはできないが、F層中のものでは間伐区は無間伐区にくらべて減少の傾向が明瞭に認められる。

つぎにリグニン様物質についてみると、無間伐区ならびに間伐区のL層中には、糖類含有量と同様に著しい差異は認められないが、F層においては間伐区のものやや大きい数値を示している。

粗蛋白質は無間伐区ならびに間伐区のL層では、ともに2.8%前後の値を示しており、両区間には明瞭な相違は認められないが、F層では、間伐区でやや大きい値を示している。

これらの結果は、落葉類の有機物質残体から供給された有機組成成分のうち、分解の進ちょくとともに糖類は減少し、リグニン様物質は相対的な増加を示し、さらに粗蛋白質の合成が行なわれ増加している。

これらの有機組成成分の含有比率を、LおよびF層について計算した次表から、より明瞭に認めることができる。

林分	層位 有機組成分	L 一層			F 一層		
		糖 類	リグニン 様 物 質	粗蛋白質	糖 類	リグニン 様 物 質	粗蛋白質
無 間 伐 区		1.00	1.65	0.10	1.00	3.12	0.20
間 伐 区		1.00	1.70	0.12	1.00	3.88	0.28

(糖類を 1.00 とする)

さらに両区の L 層の 3 有機組成分をおのおの 1 とし、F 層中の 3 有機組成分の含有割合を算出するとつぎに示す表のとおりである。

林分	層位 有機組成分	L 一層			F 一層		
		糖 類	リグニン 様 物 質	粗蛋白質	糖 類	リグニン 様 物 質	粗蛋白質
無 間 伐 区		1.00	1.00	1.00	0.68	1.28	1.42
間 伐 区		1.00	1.00	1.00	0.57	1.32	1.55

(第 6 表より算出)

この結果から、両区の L 層中の 3 有機組成分に対する、F 層中の 3 有機組成分の消息を知ることができ

る。すなわち、L 層中の糖類は間伐区の F 層にいたって半減しており、リグニン様物質ならびに粗蛋白質は、ともに間伐区のものが無間伐区のものにくらべて、やや大きい割合を示している。

しかし L 層の糖類、リグニン様物質ならびに蛋白質と考えられる物質の含量は、両区ともにそれほど大きな差を示さない。これは L 層を構成する有機物質は両区ともに、常に新しく加えられ、分解に対する時日が短いためであろう。また F 層にあっては、両区間で明らかな差異を認めることができた。

すなわち、無間伐区のは間伐区のものにくらべて糖類含量は大きい、リグニン様物質などの含量は少ない。さらに同一区の L 層と F 層との有機組成分を比較すると、無間伐区の F 層は間伐区のものにくらべて有機組成分の状態から分解緩慢であろうと想像される。

したがって、無間伐区の地表面に加えられた有機物質は上記結果のように分解緩慢であったために残留物は堆積し、その量を増加しついに現在にいたったものと解される。

つぎに、トドマツ落葉が分解し、鉍質土壌表層に変移する過程における物質の移動を、とくに化学的性質の面から追究してみると、第 6 表のとおりである。

第 6 表 化学的性質  
Table 6. Chemical properties of the soil

分 林	層 位	pH	炭 素	窒 素	炭素率	置換性石灰	塩基置換容量	不飽和度	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Stand	Horizon		Carbon	Nitrogen (%)	C/N	Exch. Ca (m.e./100g)	cap. (m.e./100g)	Degree of unsaturation (%)	(%)	(%)
無 間 伐 区 Non-thinning plot	F	4.81	45.54	1.32	34.5	30.35	99.60	80.29	0.28	0.23
	A	4.42	3.42	0.29	11.7	6.27	24.38	63.31	0.06	0.21
間 伐 区 Thinning plot	F	5.44	39.22	1.48	26.52	34.78	70.15	50.13	0.18	0.11
	A	5.63	5.96	0.58	10.31	14.41	40.25	46.89	0.24	0.28

すなわち間伐区のF層は無間伐区のF層にくらべて、pH、窒素および置換性石灰量は多少高い数値を示すが、炭素、炭素率、塩基置換容量、塩基不飽和度およびリン酸、カリは低い数値を示す傾向がみられるが、その直下のA層では、炭素で約1.8倍、窒素で約2.0倍、置換性石灰約2.3倍、塩基置換容量約1.7倍、リン酸約4.0倍、カリ約1.3倍の高い数値を示し、間伐区は無間伐区にくらべて異なった数値の傾向が認められた。また炭素率、塩基不飽和度は上記項目にくらべて低い数値をしめす傾向に認められる。

つまり間伐という施業によって、地表面に堆積していたF層は環境の変化とともに漸次分解され、これに貯えられていた栄養分は森林生態系における物質循環の回転率が多少無間伐区にくらべて促進され、A層へ養分を還元されたものと考えられる。

要するに無間伐区に対して間伐の影響が非常に大きいことを明りょうに示し、土壤条件の改善に役立ち、林木の生育にとっても好ましいことであるものと思われる。

### 3. トドマツ天然林における皆伐後の鉞質土壌の変化

森林が皆伐されると裸地化し、林床の環境条件は一変して乱れ、これにともなう林床植生の変化は堆積腐植の形態変化と同時に、この堆積腐植をかたち造っている有機物の変質過程に関与し、さらにその下の鉞質土壌に種々影響をおよぼすことはすでに前述の間伐の土壌の性質におよぼす影響で述べたことである。

伐採にともなう林床植生の遷移、堆積腐植形態の変化と有機物の変質、土壌の性質の変化の関連性をみいだすことは、地力維持の立場から森林の取扱いを考察する場合の一つの基礎資料となるものであろう。

山谷<sup>28)</sup>は、皆伐後における土壌性質のもっとも大きい変化は、落葉の分解にともなう土壌腐植の消耗であるとし、ヒバ林下のように多量の腐植を堆積している土壌でも、皆伐後2年目においては明らかに土壌腐植の減少が認められ、ヒバの落葉の分解にたいして、環境条件がきわめて大きく作用し、また土壌の性質に対する植生の影響も大きい役割りを有するものであるとしている。塩崎<sup>18)</sup>らは、風害による林冠の破壊、これにともなう林床植生、堆積腐植の形態ならびに鉞質土壌の変化について、1955年から9年間調査し、この結果によると風害前Mor型でH層を形成していた林地は、風害によりH層は消失しF層はうすくなり粒状Mullの形態に変化し、このまま安定するようであるとしている。またF層ならびにA<sub>1</sub>層では、pHならびに置換性石灰含有量は明らかな変化がみられるが、A<sub>2</sub>層では風害前後を通じて変化はしないようであるとしている。

著者らは、旭川営林局管内大雪事業区において、緩傾斜地の地域で一部天然林を残して皆伐され、のち10年経過した地区が存在していたので、この両地区を比較し皆伐による鉞質土壌の変化の一端を知る目的で試験を行なったので、その結果を述べるとつぎのとおりである。

#### 試料採取地とその説明

皆伐地は海拔高840m、南に面する緩傾斜地の皆伐跡地で、トドマツの小・中径木が散在し、クマイザサが優占種で地表をおおい、ほかにミヤマタタビ、オガラバナ、ゴンゲンスゲ、オシダなどが散在している。

#### 土壌断面形態

F層 0~2.0cm クマイザサの細片の膨軟な板状を呈する。

A<sub>1</sub>層 0~2.5cm 黒褐色、粒状構造を呈しやや堅、潤。

- A<sub>2</sub> 層 2.5~14.0cm 淡黒褐色，堅密で A<sub>1</sub>層とともに根系の分布が多い。潤。
- B 層 14.0~29.0cm 茶褐色，A<sub>2</sub>層よりさらに堅く，根系が多い，潤。
- C 層 29.0cm以下 黄褐色，すこぶる堅，潤。この土壤は細屑状モル型を呈し，Pd III 型土壤である。

つぎに天然林では，海拔高 840m，南東に面する緩傾斜地で，トドマツ，エゾマツの大・中径木を主林木とし，これにダケカンバを多少含む混交林で，針葉樹の稚樹が認められる。

植生はクマイザサが優占種で，その下にミヤマタタビ，オガラバナ，ゴンゲンスゲなどが僅少に存在している。

土壤断面形態

- F 層 0~3.5cm クマイザサの細片が針葉樹落葉と混じ部分的に板状を呈する。菌糸を含む。
- A<sub>1</sub> 層 0~5.0cm 黒褐色，粒状構造を呈し柔らかい，潤，やや腐植は少ない。
- A<sub>2</sub> 層 5.0~21.0cm 灰褐色，やや粉状構造を呈し，根系がやや多い。潤。
- B 層 21.0~34.0cm 淡赤褐色，やや堅，鉄の集積が認められる。潤。
- C 層 34.0cm以下 黄褐色，すこぶる堅，潤，この土壤は細屑状 Mor を呈し，Pd II 型土壤とみられ，これらの母材は両林地とも安山岩よりなる。

試験成績および考察

これら両林地の機械的組成は，第7表のとおりで両林地ともに類似した土性を示すようで，極端な差

第7表 機械的組成  
Table 7. Mechanical composition of the soil

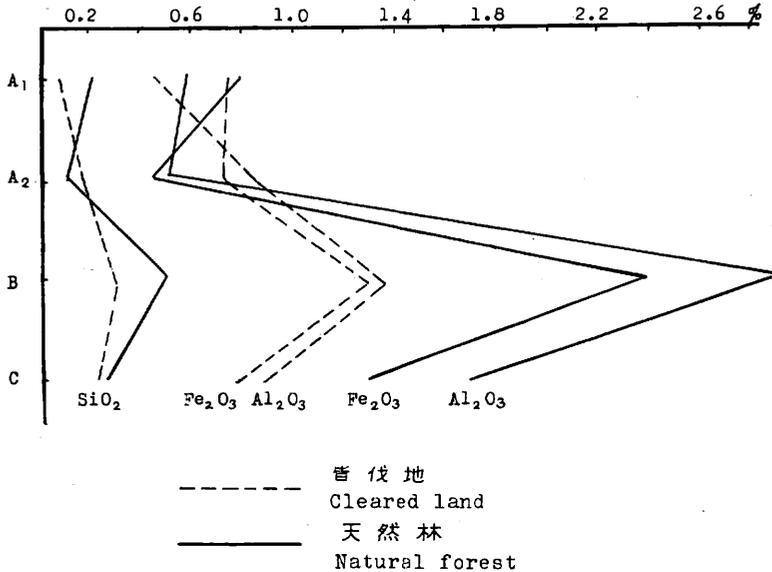
林相	Stock	層位	Horizon	粗砂	Coarse sand (%)	細砂	Fine sand (%)	微砂	Silt (%)	粘土	Clay (%)	土性	Texture
天然林	Natural forest	A <sub>1</sub>		5.80	25.61	29.40	39.19	LC					
		A <sub>2</sub>		5.97	10.50	51.90	31.63	SiL					
		B		5.73	41.41	31.40	22.46	CL					
		C		5.09	41.72	30.40	22.79	CL					
皆伐地	Cleared land	A <sub>1</sub>		15.59	18.12	16.80	49.49	HC					
		A <sub>2</sub>		1.52	32.67	30.90	34.91	LC					
		B		5.04	31.71	36.50	26.75	LC					
		C		3.62	34.17	39.20	23.01	CL					

第8表 化学的性質  
Table 8. Chemical properties of the soil

林相	層位	Stock	Horizon	pH	置換酸度	Exch. acidity (3y)	有機物	Org. matter (%)	窒素	Nitro-gen (%)	C/N	置換性石灰	Exch. CaO (%)	置換性水素	Exch. H (m.e./100g)	塩基置換容量	Base Exch. cap. (m.e./100g)	不飽和度	Degree of unsaturation (%)
天然林	Natural forest	F		5.45		62.72	1.50					0.61	44.0	76.09	57.83				
		A <sub>1</sub>		5.60	70.5	14.42	0.54	15.6	0.20	18.5	41.65	44.42							
		A <sub>2</sub>		5.49	22.0	6.31	0.26	14.2	0.20	9.8	21.59	44.92							
		B		5.21	42.0	4.76	0.18	15.0	0.15	8.9	19.22	46.31							
皆伐地	Cleared land	C		5.64	37.5	2.07	0.09	13.2	0.10	7.8	17.91	45.77							
		F		6.18		60.51	1.41						0.81	24.8	56.73	43.72			
		A <sub>1</sub>		5.82	60.0	18.45	1.07	10.22	0.51	12.3	36.43	33.76							
		A <sub>2</sub>		5.76	105.0	7.43	0.33	13.33	0.40	8.5	22.50	37.78							
		B		5.74	14.5	4.86	0.22	12.59	0.29	8.5	20.04	42.42							
C		5.40	33.5	2.27	0.17	7.86	0.22	6.6	16.87	38.83									

異は認められない。

つぎに化学的性質について第8表をもとにして述べるならば、皆伐地では天然林にくらべて、腐植含有量、置換性石灰含有量は大きな値を示すが不飽和度は低い値を示している。また Tamm 法による  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  および  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を定量し、両林地の分布状態について検討し、結果は第2図に示すとおりである。



第2図 シュウ酸アンモン可溶の $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 量  
Fig. 2 Amounts of  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  soluble in Tamm's ammonium-oxalate solution.

皆伐地および天然林における  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  量は、いずれも  $\text{A}_2$  層で減少し B 層で増大している。しかし、皆伐後そのまま放置され10年経過時における皆伐地での B 層は  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が1.34%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1.29%を示しているが、天然林での B 層では  $\text{Al}_2\text{O}_3$  2.92%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2.40%を示し、天然林は皆伐地にくらべて、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  で2.2倍、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  で1.9倍の高い値を示している。

したがって、皆伐後10年間そのまま放置されていた跡地は、天然林にくらべて化学的性質の一部は良好の方向へ、さらに溶脱現象も弱まりつつある傾向がそれぞれ認められた。

要するに、今まで天然林内で同一環境条件にあった土壌が皆伐の結果、もとの天然林の土壌とその状態を異にすることにより、樹種の変化ならびに気象条件の相違にともなって、堆積腐植の腐植化が促進されるためではないかと思われると同時に、クマイザサなどが繁茂し、これによる落葉や地下茎の分布などにより土壌表層は影響をうけ、上記のような結果をもたらしたものと考えられる。

#### 4. 落葉の分解に関する試験

森林は生態系内の物質循環に依存して生活しつづけるものである。

とくに、森林における落葉類は、分解過程という現象を経て絶え間ない循環をくり返し、林地土壌生産

力にきわめて重要な影響をおよぼし、その際物質循環の遅速は、地力維持のきめてともいえるものである。

一般に森林内における A<sub>0</sub> 層量は、その森林生態系内の環境により前述のようにいちじるしく異なるものである。したがって、森林における落葉類は、林木の養分として重要であるばかりでなく、その分解によって生ずる腐植は土壌の理化学性を変化させ、稚苗の存立、消失までに影響するものである。

このような研究は本邦ではあまり行なわれていないように思われる。

著者らは、この方面の研究は造林、施業の実行上きわめて必要であるものと考え、つぎのような目的から試験を行なった。

北海道において、針広混交林を仕立てる場合、トドマツを主体に考えるならば、その親和性および適合性の適当な樹種としては、陽性的性格をもつカンバ類をあげることができるであろう。

したがって、前述のように分解緩慢なトドマツ落葉にたいして、シラカンバ落葉は第 9 表で示すように比較的養分濃度が高く、しかも分解容易なので、トドマツ落葉にたいして分解促進剤ともいべき働きをなすであろうし、またそのシラカンバ自体の落葉が早く分解するので、それだけ針葉樹からなる林地より

第 9 表 落 葉 中 の 養 分 量  
Table 9. Nutrients in the fallen leaves

樹 種 Tree kind	Nitrogen (N%)	Phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %)	Potassium (K <sub>2</sub> O%)	Calcium (CaO%)
シラカンバ <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	2.43 (31.6)	0.37 (4.3)	0.79 (10.3)	1.26 (14.9)
トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	1.56 (14.3)	0.29 (2.5)	0.54 (3.3)	1.64 (17.9)

( ) は ha あたりの量を示す。単位は kg。

も養分循環が早まるものと考えられる。

したがって著者らはなるべく自然に近い状態で落葉を分解させ、複雑な環境因子の総和が分解に、いかなる影響を示すか、また針葉樹林、広葉樹林の 2 つの特色ある環境によって、分解の速度および分解生成物の土壌におよぼす影響などに、どのような差異を生ずるかを知りたいと考え、針葉樹林の代表としてトドマツ林、広葉樹林の代表としてヤチダモ林を選び、そこにおおのこのポット内にトドマツ、シラカンバ落葉の混交したものを設置して落葉の分解試験を実施した。

#### 試験地の設定

林木の影響をのぞいたほかの条件をできるだけ均一にしたいと考え、支場構内の平坦地に相隣接するトドマツおよびヤチダモ林を試験地として選んだ。

これら両林地の林況の概要はつぎのとおりである。

樹 種	林 齢	平均直径	平均樹高	haあたり本数
トドマツ	21 年	7.8 cm	6.0 m	2,750
ヤチダモ	20	8.9	8.1	1,425

#### 落葉の設置

1/5,000 アールの樹脂ポットを使用し、これに川砂を塩酸処理蒸留水で洗浄後 4.3kg あて入れ、ポット内の砂面を試験地の土壌面と同一水平面にあるようにした。

つぎにトドマツとシラカンバ落葉をおのおの重量比で、0:100, 25:75, 50:50, 75:25, 100:0の割合で混交し、それぞれ100gあてポット内の砂上に置いた。この際、落葉と砂とを特に混和することはしなかった。

この両林地に設置したポット上には、防虫網をおおい落葉の散逸や上木からの落葉の侵入を防いだ。

#### 林内気象および落葉中の温度の測定

林内気象については、アースマン乾湿計を用いて測定した。

また本実験のような設計のもとに落葉を分解する場合、もっとも大きな影響をおたえる環境因子は、落葉中の水分と温度のように考えられるが、このうち水分の測定は種々の困難がともなうために行わず、ただ温度だけを測定した。すなわち、ポットの落葉層内に曲管寒暖計を挿入し、森林内の気象とともに毎日10時、14時の2回観測を行なった。

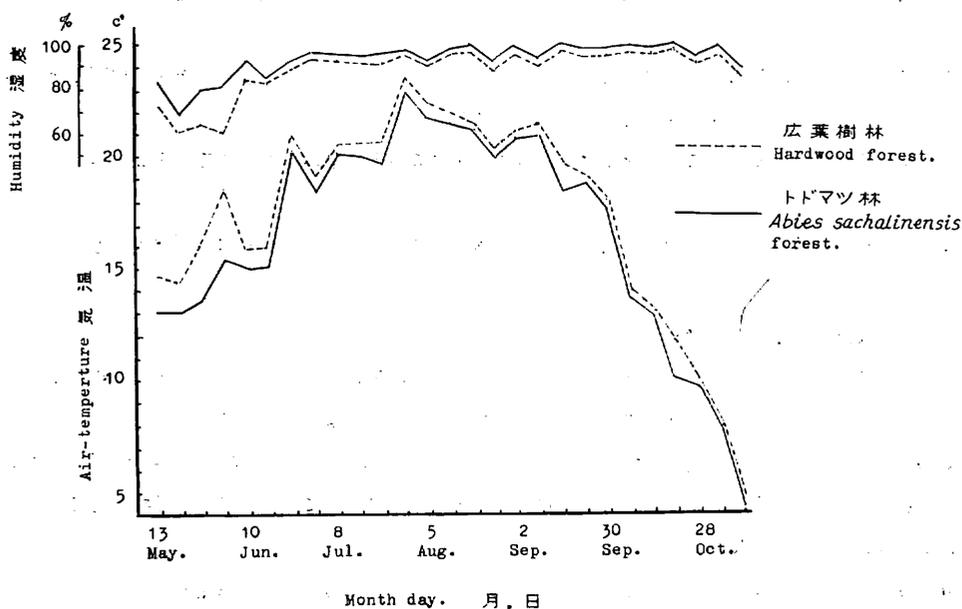
#### 落葉分解量の測定方法

落葉設置後1年目に落葉を採取し、同一処理のものは全部一緒にしてよく混和し、有機物および無機養分量を測定した。また有機物については、試験開始時と終了時の差をもって落葉中の有機物消失量とみることは、厳密に言えば微生物などによって合成される物質があるとされており、誤差がともなうと思われるが、本試験では、この点あまり考慮しなかった。

このほかポットから流出する浸透水中の浸出物を知るために、ビニールパイプで貯蔵ビンに導き、毎月14日に浸透水を採取してリン酸、カリ、石灰などの無機成分を調べた。

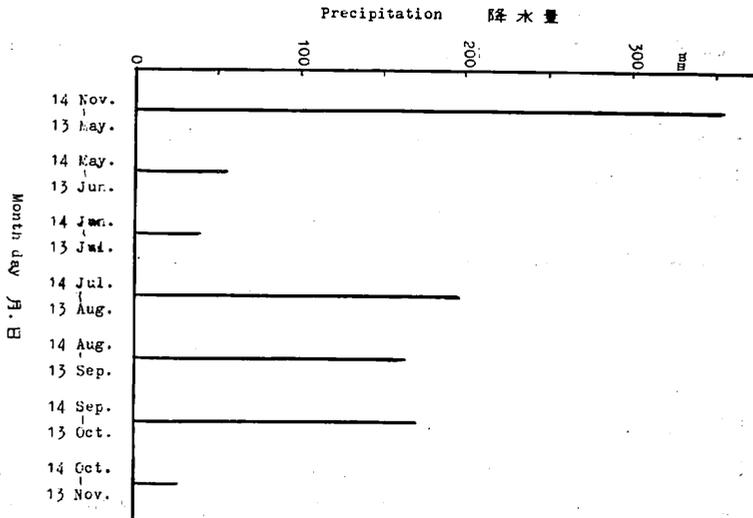
#### 試験成績および考察

林内気象および落葉層の温度分解時におけるトドマツ、ヤチダモ林の気温、湿度および降水量は、第3図および第4図に示すとおりである。



第3図 林内の気温および湿度

Fig. 3 Air-temperature and humidity in the forest.



第 4 図 月 別 降 水 量  
Fig. 4 Monthly precipitation.

気温についてみるならば、一般的にヤチダモ林はトドマツ林より高いが、とくにヤチダモ林はトドマツ林にくらべて、春の開葉前の 5~6 月ごろに気温が非常に高い。開葉するとその差は僅少になる。また、秋落葉するとふたたびその差は開いてくる。すなわち、常緑針葉樹と落葉広葉樹とのちがいによるためであらう。

林内湿度についてみると、一般的にトドマツ林はヤチダモ林にくらべて高いが、とくに 5~6 月ごろはその差が大きい。

つぎにポット内の落葉層の温度は、第 5 図のように、トドマツ林下のものよりヤチダモ林下のほうが常時高い。このことは林内気温が影響しているためであらう。

したがって、ヤチダモ林下にある落葉は、分解に好適な条件下にながくおかれていることが認められる。

また同一林下で落葉の混交歩合を変えた場合の、落葉内における温度の差異は、両林下とも認められなかった。

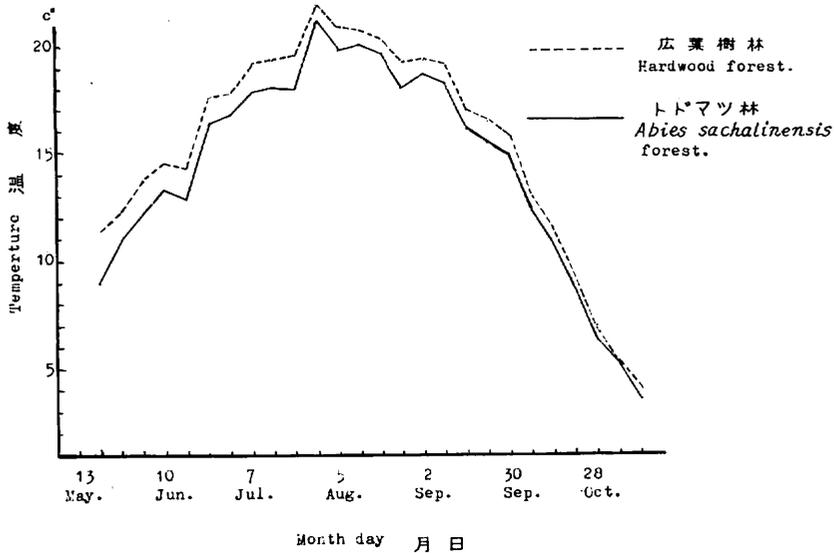
落葉組成成分の分解による変化

従来森林における針葉樹林下には Mor 型、広葉樹林下には Mull 型の堆積腐植ができやすいことは一般的に知られているが、その原因についてはそれぞれ判然としていないようである。

ROMELL<sup>16)</sup> は、森林腐植の Type は落葉の分解量や分解割合によるものではなく、微生物の Type によるものであると述べているが、このような微生物の Type が、なにゆえに森林型によって特徴的になっているかは明らかにされていない。

BROADFOOT<sup>21)</sup> や WAKSMAN<sup>25)</sup> も落葉の化学的組成は種々の森林腐植の形態に関係があることを認めている。

また、KIEBERG<sup>7)</sup> ならびに大政・森<sup>18)</sup> らが、指摘しているように、森林腐植層のアルコール、ベンゾー



第5図 落葉層中の温度  
Fig. 5 Temperature in litter layer.

ル抽出量は、樹種によっていちじるしく差異があり、針葉樹は広葉樹にくらべて2倍も多く、針葉が広葉樹にくらべて分解しがたい原因のひとつは、確かにこれら抽出物の量にみられるように油脂類、樹脂類、ろう質物の含量が多いことにあるとしている。さらに NÉMEC<sup>11)</sup> によると、同一樹種の森林では腐植化の程度がすすむにつれて、アルコール・ベンゾール抽出物の量とヨウ素価とは減少し、腐植化の程度を等しくする場合には、抽出物の量およびヨウ素価は、欧州アカマツ林に最大で広葉樹林に最少であるとし、抽出物が分解作用を抑制することはあきらかであろうとしている。

本項では筆者らは、とくに落葉の分解によって生じる無機養分の面について検討した。

分解1年目を経過した時点で、落葉組成成分の分解による変化をみると、第10表に示すとおりである。

広葉樹林下にシラカンバ落葉だけを分解させた場合には、窒素以外の組成成分は分解による変化が、他の処理のものより明りょうにあらわれ、原料にたいする残存割合は、有機物61.5%、リン酸40.2%、カリ3.5%、石灰33.1%を示し、落葉分解試験区のなかでもっとも小さい。反面トドマツ林下にトドマツ落葉のみを分解させた場合には、分解による変化は一応認められるが、原料にたいする残存割合は、有機物85.4%、リン酸69.3%、カリ41.2%、石灰63.7%を示し、最も原料にたいする残存割合は多い値を示している。すなわち、トドマツ林下のトドマツ落葉は、広葉樹林下のシラカンバ落葉にくらべて、有機物で約1.3倍、リン酸1.7倍、カリ11.7倍、石灰1.9倍の残存量が認められる。さらに広葉樹林下のトドマツ落葉のみの区は広葉樹林下における他の処理のものより劣る。これに類似する原料にたいする残存割合をトドマツ林下のものとみると、トドマツ25gにシラカンバ75gおよびトドマツ50gにシラカンバ50g区のもの、やや類似するように認められる。

また、トドマツ林下における落葉の分解は、トドマツ落葉だけからなるよりも、少しでもシラカンバ落葉の混交しているほうが、落葉の分解が促進されている傾向がみられる。このような現象は広葉樹林下に

第10表 落葉組成成分の分解による変化  
Total decomposition of organic constituents of forest litter

組 成 分 Constituents	林 相 Stock 落葉の混合歩合 Mixture of leaves	トドマツ林 <i>Abies sachalinensis</i> forest						広葉樹林 Hardwood forest					
		A. 0	A. 25	A. 50	A. 75	A. 100	B. 0	B. 25	B. 50	B. 75	B. 100		
有 機 物 Org. matter	残 存 量 Total of residue	64.9	68.6	73.9	74.6	79.1	58.9	59.9	62.1	69.4	72.8		
	原料に対する% Percent of original	67.7	72.2	78.4	79.8	85.4	61.5	63.1	65.9	74.3	78.6		
窒 素 Nitrogen	残 存 量 Total of residue	1.58	1.53	1.27	1.24	1.19	1.64	1.57	1.39	1.32	1.24		
	原料に対する% Percent of original	106.7	105.5	89.4	89.9	88.1	110.8	108.2	97.8	95.6	91.8		
リ ン 酸 Phosphorus	残 存 量 Total of residue	0.10	0.12	0.14	0.15	0.16	0.08	0.09	0.10	0.11	0.14		
	原料に対する% Percent of original	46.7	59.3	63.9	65.7	69.3	40.2	41.1	47.1	50.2	60.5		
カ リ Potassium	残 存 量 Total of residue	0.08	0.05	0.06	0.12	0.15	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07		
	原料に対する% Percent of original	15.2	11.8	12.1	28.8	41.2	3.5	4.8	7.7	12.8	18.3		
石 灰 Calcium	残 存 量 Total of residue	0.74	0.80	0.98	1.05	1.03	0.35	0.59	0.68	0.80	0.93		
	原料に対する% Percent of original	46.9	50.7	61.3	65.3	63.7	33.1	37.0	42.7	49.8	57.5		

Remarks A: *Abies sachalinensis*  
B: *Betula platyphylla* var. *japonica*

においても同様に認められる。

この実験に使用した落葉の組成成分を第11表で表わすと、トドマツ落葉はシラカンバ落葉にくらべてエーテル・アルコール抽出物などが多い値を示すが、反面窒素量は少ない値を示している。この点 KIEBERG ならびに大政・森らが述べているように、前述のような分解速度に影響をおよぼし、とくに落葉の分解から生じる無機養分量に差異をもたらしたものと思われる。

また現地の調査結果から、落葉量、A<sub>0</sub>層重量ならびにこれらの数値を基にして、平均分解率を求める

第11表 供試落葉の組成成分  
Proximate composition of forest litter used for the decomposition studies (per cent of dry material)

落 葉 の 種 類 Litter type	アルコールエーテル抽出物 Ether-alcohol soluble fraction	冷水抽出物 Cold-water-soluble fraction	温水抽出物 Hot-water-soluble fraction	全窒素 Total nitrogen
トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	17.55	4.48	4.38	1.25
シラカンバ <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	9.24	2.85	2.31	1.56

第12表 A<sub>0</sub>層重量ならびに年間落葉量と平均分解率  
Table 12. Amount of A<sub>0</sub>-layer, amount of annual leaf fall  
and average rate of decomposition

樹種 Tree species	林齢 Age	A <sub>0</sub> 層重量 Amount of A <sub>0</sub> - layer (ton/ha)	落葉量 Amount of fallen leaves (ton/ha)	平均分解率 Average rate of decomposition (%)	調査地 Location
シラカンバ <i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	16	2.1	1.14	53.4	野幌 Nopporo
	37	2.3	1.29	56.1	丸瀬布 Maruseppu
	43	2.7	1.48	54.8	ルベシベ Rubeshibe
トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	35	13.1	2.24	17.1	芦別 Ashibetu
	35	14.5	2.14	14.7	芦別 Ashibetu
	35	10.3	2.14	20.8	芦別 Ashibetu

と、第12表に示す結果が得られる。

すなわち、トドマツの落葉量はシラカンバの落葉量にくらべて、年間あたり約2倍の量を示している<sup>27)</sup>。

つぎにトドマツ35年生、シラカンバの37年生のものについて、A<sub>0</sub>層の重量をみるならばトドマツの場合10.3~14.5 ton/ha、シラカンバでは2.3 ton/haを示している。これらの平均分解率は、トドマツ14.7~20.8%にくらべてシラカンバの場合56.1%を示し、はるかに高い値を示している。

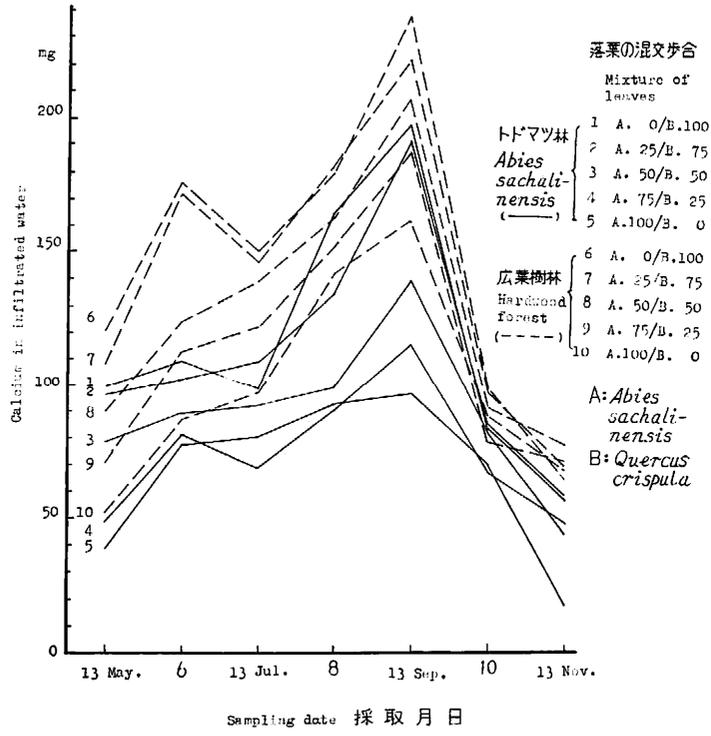
また第10表の窒素量の変化について検討するならば、大政・森<sup>19)</sup>らによると、粗蛋白質は針葉樹の落葉では1年目にはかえつて絶対量を増加し、2年目にはじめて減少するに反して広葉樹の落葉では最初から減少の経過をたどると述べている。

しかしながら、筆者らの落葉分解1年後における時点での試験結果では、原料にたいする残存割合は他の諸成分とくらべて高い値を示す傾向に認められる。とくにトドマツおよび広葉樹林下におけるトドマツ0:シラカンバ100g区、トドマツ25:シラカンバ75g区の落葉混交の場合には、原料にたいする割合よりも増加している。

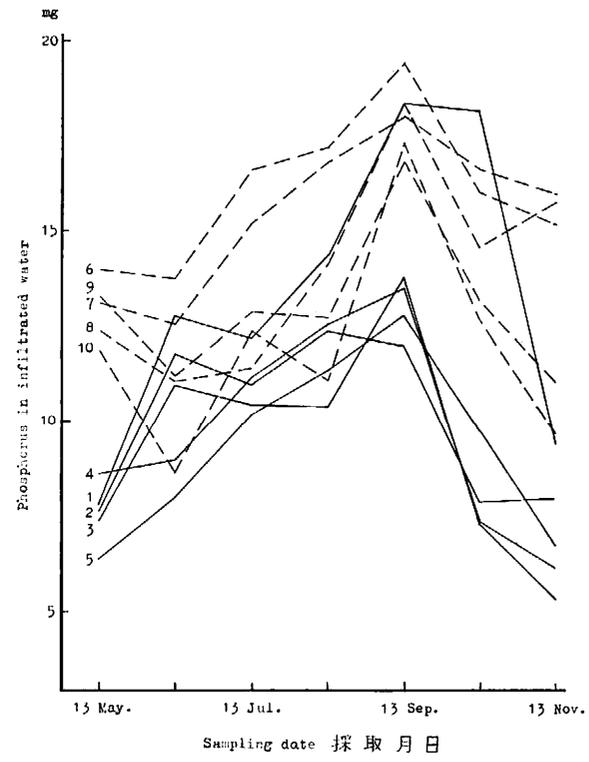
つまり、シラカンバ落葉の多いところではトドマツ林、広葉樹林ともに落葉分解1年目に微生物などの増殖によって、窒素量が増したものではないかと考えられ、大政・森らが述べているような傾向は認められなかった。

つぎに、各ポットから流出する浸透水中のCaO、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>およびK<sub>2</sub>O溶出量を時期別にみるならば、第6図、第7図および第8図に示すとおりである。

一般的傾向として各区ともに、CaO溶出量は5月中旬以降9月中旬まで溶出量は増大し、とくに9月では最大量に達する。その後10月、11月に至り溶出量は急激に減少し、各区のあいだに溶出量の差異は認められなくなる。しかしながら、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>溶出量にあっては第7図で示したように、トドマツ林下の各区と、広葉樹林下のトドマツ落葉区ならびにトドマツ落葉75g:シラカンバ落葉25g区は、CaO溶出量と同様の傾向を示すが、ほかの区にあっては、その減少量は比較的緩やかでCaO溶出量と異なった傾向を示していることが認められる。



第6図 浸透水中のCaO量  
Fig. 6 Calcium in infiltrated water.



第7図 浸透水中のP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>量  
Fig. 7 Phosphorus in infiltrated water.

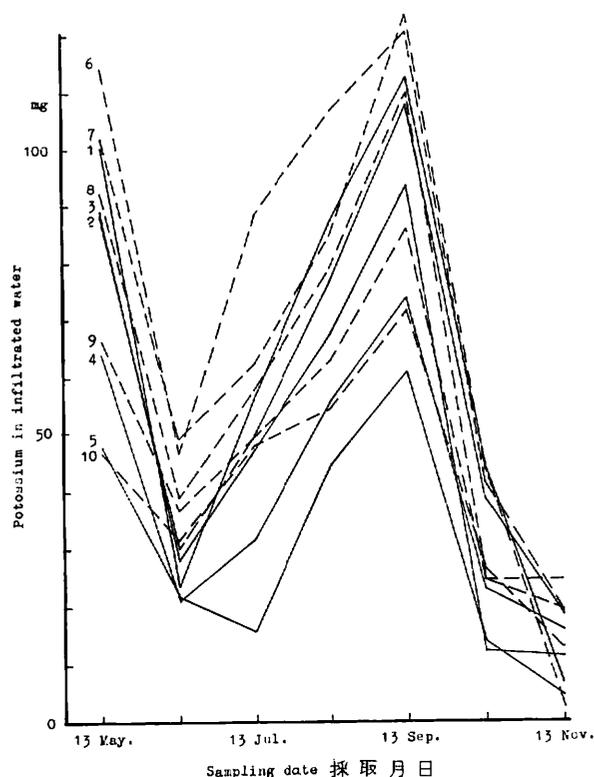
第8図 浸透水中の  $K_2O$  量

Fig. 8 Potassium in infiltrated water.

また  $K_2O$  溶出量についてみるならば、6月中旬以降9月中旬まで溶出量は、前者の  $CaO$  および  $P_2O_5$  溶出量同様の傾向を示し、9月に最大に達するが、10月、11月に至り急激に減少している。しかし、 $K_2O$  の溶出量は  $CaO$  および  $P_2O_5$  溶出量と異なり5月中旬にひとつのピークが認められる。とくにカリは、雨水によって流亡しやすい成分であることは、すでに認められている<sup>12) 14)</sup>。したがって、著者らの試験は前年度に落葉分解試験地を設定し、その後冬期間降雪により放置してあるため、3月初旬からの融雪水によってカリが抽出され、5月中旬の採取時に大なる溶出量を示したものと考えられる。

塩崎<sup>17)</sup>は苫小牧地方の火山砂礫地帯でトドマツ、エゾマツの両林地において浸透水中の養分含有量を調べているが、その結果によると、 $P_2O_5$  溶出量にあっては、ほとんど痕跡程度しか認められないとしているが、 $CaO$  および  $K_2O$  溶出量では、著者らの結果と同様に9月に最大の溶出量を示している。この点著者らの結果と一致するよううかがわれる。

またこれら  $CaO$ 、 $P_2O_5$  および  $K_2O$  溶出量の年間あたりの量をみると、一般的な傾向として各区ともに  $CaO$  溶出量が最も多く、ついで  $K_2O$  溶出量、 $P_2O_5$  溶出量となる。

さらに9月中旬における  $CaO$ 、 $P_2O_5$  および  $K_2O$  溶出量の最大に達した原因について考えるならば、6月中旬以降8月にかけて気温の上昇とともに、落葉中の微生物などが繁殖し、各区における落葉の分解が促進され、第4図で示した8月における多量の降雨によって浸出されたものであろうと考えられる。また、分解によって溶出した年間の  $CaO$ 、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$  量を第13表、第14表、第15表によってみると、トド

第13表 ポット中の葉の当初のカルシウム含有量に対する浸透水中のカルシウムの割合  
Table 13. Percentage of content of CaO in infiltrated water to initial content of CaO in the leaves put in each pot

落葉の混交歩合 Mixture of leaves	林 相 Forest	採 取 月 日 Sampling date							Total
		13 May	13 Jun.	13 Jul.	13 Aug.	13 Sep.	13 Oct.	13 Nov.	
A. 100	A. S. F.	2.4	4.8	4.9	5.8	5.9	4.4	1.1	29.3
B. 0	H. F.	3.2	5.3	5.9	8.8	10.0	5.5	4.2	42.9
A. 75	A. S. F.	3.1	5.1	4.3	5.7	7.3	4.3	3.0	32.8
B. 25	H. F.	4.2	7.0	7.6	9.5	12.2	4.9	4.3	49.7
A. 50	A. S. F.	5.0	5.5	5.7	6.1	8.8	5.2	2.8	39.1
B. 50	H. F.	5.6	7.8	8.7	10.2	13.0	5.6	4.9	55.8
A. 25	A. S. F.	6.1	6.3	6.8	8.5	12.0	5.3	3.7	48.7
B. 75	H. F.	6.8	10.8	9.1	11.5	14.1	6.1	4.1	62.5
A. 0	A. S. F.	6.3	6.8	6.8	10.5	12.5	5.4	3.2	51.5
B. 100	H. F.	7.6	10.9	9.5	11.4	15.1	6.2	4.4	65.1

Remarks A. S. F. : トドマツ林 *Abies sachalinensis* forest.  
H. F. : 広葉樹林 Hardwood forest.  
A. : トドマツ *Abies sachalinensis*.  
B. : シラカンバ *Betula platyphylla* var. *japonica*

第14表 ポット中の葉の当初のリン酸含有量に対する浸透水中のリン酸の割合  
Table 14. Percentage of content of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in infiltrated water to initial content of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the leaves put in each pot

落葉の混交歩合 Mixture of leaves	林 相 Forest	採 取 月 日 Sampling date							Total
		13 May	13 Jun.	13 Jul.	13 Aug.	13 Sep.	13 Oct.	13 Nov.	
A. 100	A. S. F.	2.7	3.4	4.4	4.9	5.5	4.2	2.9	28.0
B. 0	H. F.	5.1	3.7	5.3	7.1	7.4	5.4	4.1	38.1
A. 75	A. S. F.	3.8	4.0	4.9	5.5	6.0	3.2	2.7	30.1
B. 25	H. F.	5.8	4.9	5.7	6.7	7.4	5.8	4.8	41.1
A. 50	A. S. F.	3.3	5.0	4.7	4.7	6.2	3.3	2.3	29.5
B. 50	H. F.	5.6	5.0	5.1	6.4	8.3	6.6	7.0	44.0
A. 25	A. S. F.	5.4	5.4	5.1	5.7	5.5	3.6	3.6	32.4
B. 75	H. F.	5.8	5.8	7.0	7.7	8.4	7.6	7.3	49.9
A. 0	A. S. F.	6.1	6.1	5.8	6.8	8.7	8.6	4.4	44.1
B. 100	H. F.	6.5	6.5	7.9	8.1	9.2	7.6	7.2	53.1

マツ林下のトドマツ落葉区は、とくに分解がおとり、ポット中の葉の当初の CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 量にたいする溶出量は、CaO で 29.3%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 28.0%, K<sub>2</sub>O 56.9% である。これに反して広葉樹林下にシラカンバ落葉だけを分解させた場合には、CaO 65.1%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 53.1%, K<sub>2</sub>O 97.4% をしめし、その分解状態は前者にくらべてまさっていることが推察される。とくに K<sub>2</sub>O にとっては最も分解の劣るトドマツ林下のトドマツ落葉区でさえも 56.9% をしめし、原料にたいする半数が浸出されていることが本結果より認められる。

第15表 ポット中の葉の当初のカリウム含有量に対する浸透水中のカリウムの割合  
 Table 15. Percentage of content of  $K_2O$  in infiltrated water to initial content of  $K_2O$  in the leaves put in each pot

落葉の混交歩合 Mixture of leaves	林 相 Forest	採 取 月 日 Sampling date							Total
		13 May	13 Jun.	13 Jul.	13 Aug.	13 Sep.	13 Oct.	13 Nov.	
A. 100 B. 0	A. S. F. H. F.	13.0 12.8	6.0 8.5	4.4 13.0	12.1 14.8	16.5 19.5	3.8 7.1	1.1 3.5	56.9 79.2
A. 75 B. 25	A. S. F. H. F.	15.5 16.3	5.4 8.9	7.9 12.7	13.6 15.3	17.9 20.2	5.7 5.9	3.9 4.7	69.9 84.0
A. 50 B. 50	A. S. F. H. F.	19.6 20.4	6.3 8.4	10.6 12.6	15.0 17.4	21.4 24.2	3.0 5.6	2.6 5.8	78.5 94.4
A. 25 B. 75	A. S. F. H. F.	17.9 20.5	5.9 10.0	10.7 12.5	15.7 17.0	22.0 25.0	7.9 8.4	3.5 3.8	83.6 97.2
A. 0 B. 100	A. S. F. H. F.	18.7 21.4	4.4 8.9	10.6 16.4	16.2 19.9	21.0 22.5	8.3 8.2	1.1 0.1	80.3 97.4

以上の諸結果からさらに考察するならば、トドマツ林下にトドマツ落葉の多い区では、いまだに堆積腐植中に各養分が多量に残存していることになり、土壌と林木間の物質循環は円滑化されず、したがって、落葉は死蔵の形で堆積し、おのずから Mor 型の腐植を形成するようになる。ためにその落葉から生じる酸性腐植によってなお一層土壌は酸性化の方向へみちびかれ、このような林地ではいちじるしく地力の減退をまねくものである。

## 5. 混交林の土壌

落葉の分解に関する試験結果から、さらに樹種混交する現実の2、3の林相下において土壌の理化学的性質を検討した。

この調査は旭川営林局古丹別営林署三毛別事業区管内の、新第三紀層の川端層を母材とする林地で、その海拔高約80m前後、傾斜8~14°の南西面上でこれらの調査地はつぎの4か所である。

### 1) トドマツ純林

トドマツ大・中径木よりなる

方 位：SW，傾斜：12°，海拔高：70m。

F 層 0~3.0cm トドマツ，クマイザサ落葉を主とする有機物層，白色菌糸を認める。

A 層 0~7.0cm 黒褐色，Nutty structure を呈し堅い。乾に近い潤，上層部に細根が多い。

B 層 7.0~40.0cm 赤褐色，上部に Nutty structure を呈し堅い，潤，A 層との境界にはクマイザサの根系が発達する。角礫(4×2cm)を含む。

C 層 40.0cm以下 黄褐色，やや湿，角礫(4×2cm)を含む，すこぶる堅い。

### 2) トドマツトドマツ林

主としてトドマツ大径木中に中・小径木が混じり，なおトドマツ稚樹が侵入している。

方 位：SW，傾斜：14°，海拔高：80m。

F 層 0~3.0cm トドマツ落葉を主とする有機物層で部分的にクマイザサ落葉の細片からなる。菌

糸を認める。

A 層 0~6.0cm 黒褐色, Nutty structure を呈し堅い。乾に近い潤, 根系の分布多い。

B 層 6.0~28.0cm 赤褐色, 上部は Nutty structure の発達はいちじるしいが堅い, 潤, 根系はクマイザサが多く分布している。

C 層 28.0cm以下 明黄褐色, すこぶる堅く角礫(2×3cm)を含む。潤。

### 3) ナラートドマツ林

上層林分は, 主としてナラの大径木よりなる。そのなかにトドマツ更新木の中・小径木がいっせいに侵入している。トドマツの稚樹をわずかに認める。

方位: SW, 傾斜: 13°, 海拔高: 70m。

F 層 0~2.0cm 主としてナラ落葉からなる有機物層で, ほかにトドマツ, クマイザサ落葉も部分的に混じて堆積している。

A 層 0~10.0cm 黒褐色, 上部はうすく Granular structure が発達し, 下部は Nutty structure で堅い。潤, 細根が多い。

B 層 10.0~32.0cm 暗褐色, 上部は Nutty structure を呈するが, 下部は無構造で堅く潤である。根系の分布は上部に多い。角礫(1×2cm)を含む。

C 層 32.0cm以下 黄褐色, すこぶる堅く角礫(3×4cm)を含む, 潤。

### 4) ダケカンバートドマツ林

主としてダケカンバの大径木中にトドマツ中径木がわずかに混交し, その下にトドマツ稚樹が侵入している。

方位: SW, 傾斜: 8°, 海拔高: 70cm。

F 層 0~2.0cm 主としてダケカンバ落葉の有機物層よりなるが, トドマツ落葉も混合している。

A 層 0~9.0cm 黒褐色, 上部にわずかながら Granular structure をみる。下部は Nutty structure の発達がいちじるしい。堅, 潤, 根系の分布が多い。

B 層 9.0~31.0cm 赤褐色, 上部は Nutty structure を呈し堅い。下部は無構造, 潤, 根系の分布を認める。

C 層 31.0cm以下黄褐色, 潤, 角礫(3×4cm)を含み, すこぶる堅い。

以上4林相下の土壌断面はいずれも Bc 型土壌で, その堆積腐植は盤状 Mull にぞくしている。

## 考 察

これら4か所の土壌断面の比較を行なうと, A層の深さではトドマツ純林, トドマツートドマツ林は, ナラートドマツ林, ダケカンバートドマツ林の調査地にくらべて浅い。

また土壌は各林分ともに Bc 型にぞくし, 堅果状構造を呈しているが, 各断面の色彩を肉眼的にみると, トドマツ純林, トドマツートドマツ林のA層はナラートドマツ林, ダケカンバートドマツ林にくらべて色彩は淡く, 腐植含有量の少ないことを思わせる。B層, C層においては類似の状態を示しており, C層はともに角礫を含んですこぶる堅い。

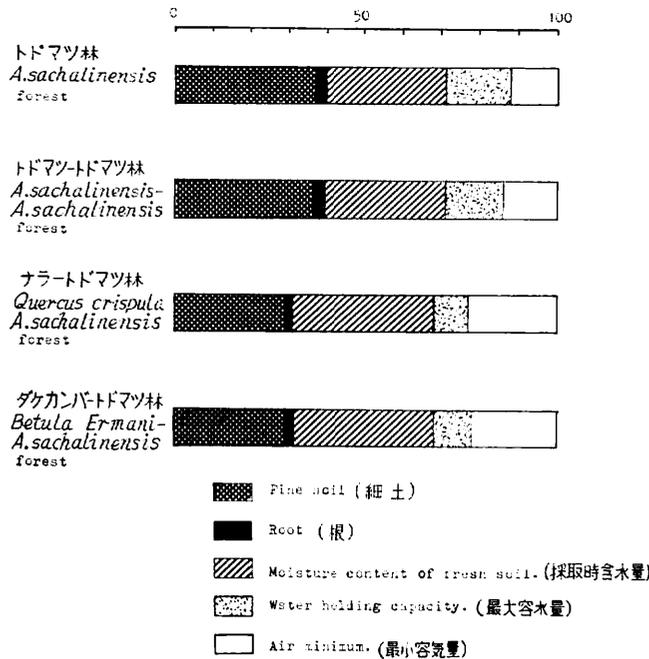
つぎに, 供試土壌の機械的組成を, 第16表によってみると, 粗砂, 細砂, 微砂, 粘土量などは, 各調査地の各層ともに類似し, 異なる点はほとんど認められない。

第16表 土壌の機械的組成 (細土中%)  
Table 16. Mechanical analysis of soils (in fine soil %)

層位 Horizon	A				B			
	トドマツ林 Stock マツ <i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ林 マツ <i>Abies sachalinensis</i>	ナラトドマツ林 ナラ <i>Quercus crispula</i>	トドマツ林 マツ <i>Abies sachalinensis</i>				
粗砂 Coarse sand	2.80	2.72	1.31	0.98	3.46	4.33	1.18	1.89
細砂 Fine sand	23.09	23.10	21.89	27.49	20.25	28.62	23.66	21.98
微砂 Silt	25.20	32.00	31.90	23.40	36.30	26.10	39.60	28.90
粘土 Clay	48.91	42.18	44.80	48.13	39.99	40.95	37.56	47.23

自然状態における理学的性質についてみるならば、第9図に示すように、A層の絶乾細土体積は、トドマツ純林、トドマツトドマツ林の調査地は、ナラトドマツ林、ダケカンバートドマツ林にくらべて多い。それに反して、採取時水分量ならびに最少容気量は少ない値を示している。また、最大容水量にあってはほとんど差異は認められない。

つぎに、これらの化学的性質の面について第17表から検討するならば、pH では各調査地ともに表層から下層へ低下する傾向にある。またA層の pH では、ダケカンバートドマツ林が最も高く5.43を示し、つ



第9図 土壌の自然状態の理学的性質

Fig. 9 Physical properties of soil in natural condition.

第17表 化 学 的  
Table 17. Chemical properties

層 位 Horizon	F				
林 相 Stock	トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	トドマツ <i>Abies sach.</i> トドマツ <i>Abies sach.</i>	ナ ラ <i>Quercus crispula</i> トドマツ <i>Abies sach.</i>	ダケカンバ <i>Betula Ermani</i> トドマツ <i>Abies sach.</i>	トドマツ <i>Abies sach.</i>
pH	4.85	5.15	5.25	5.15	4.70
置換酸度 <sub>y</sub> Exch. acidity	—	—	—	—	23.00
炭 素 C%	88.68	83.41	89.61	87.76	5.05
窒 素 N%	1.26	1.25	1.32	1.29	0.24
炭 素 率 C/N	—	—	—	—	21.49
置換性石灰 Exch. CaO%	1.15	1.15	1.56	1.40	0.15

備考：F層の炭素は灼熱損失による有機物量である。

いでナラトドマツ林の 5.03で pH 5.0 以上を示しているが、トドマツ純林およびトドマツトドマツ林においては pH 5.0 以下の値を示し強酸性である。B層ではダケカンバトドマツ林以外の林地の pH 5.0 以下で、その pH の高低の順位はA層と同様の傾向を示している。

置換酸度は各林分ともに pH 同様の傾向を示しているが、B層に至るとその傾向はみられない。

炭素、窒素ならびに置換性石灰量では、表層より下層に減少の傾向にあるが、A層においては炭素、窒素ならびに置換性石灰量はともに、ナラトドマツ林に多く、これについてダケカンバトドマツ林>トドマツトドマツ>トドマツ純林となる。B層においてもA層同様の傾向にある。さらに炭素率についてくれば、ナラトドマツ林が最も小さく、ついでダケカンバトドマツ林が炭素率20以下となっているが、トドマツトドマツ林およびトドマツ純林の調査地の炭素率はともに高く20以上となっている。

上記結果をさらに総括し考察を加えるならば同一方位上にある緩傾斜地の4か所のうちナラトドマツ林とダケカンバトドマツ林地の土壌は、トドマツ純林およびトドマツトドマツ林の調査地土壌にくらべて、pH、窒素、炭素および置換性石灰量などは高い数値を示し、炭素率は低い結果を示している。

なすわち、広葉樹の混交あるいは広葉樹を上木としたため、土壌水分などの条件が、トドマツ純林、トドマツトドマツ林の調査地のそれよりまさり、その結果有機物の分解は円滑に行なわれ、理学的性質のところで示したように(第9図)、採取時水分量ならびに最少容気量が増加し、化学的性質も良好に導びかれたものと思われる。

以上のように針葉樹に広葉樹を混交することは、さきに述べた落葉の分解に関する試験結果から認められるように、広葉樹の落葉自体が早く分解し、鉍質土壌への養分をできるだけ早く循環回転されることは現実的林相下においてもうらづけができる。したがって、広葉樹との混交も地力の維持に対して重要な問題であると考えられる。

性 状  
of the soils

A			B			
トドマツ <i>Abies sach.</i> トドマツ <i>Abies sach.</i>	ナ ラ <i>Quercus cri.</i> トドマツ <i>Abies sach.</i>	ダケカンバ <i>Betula Er.</i> トドマツ <i>Abies sach.</i>	トドマツ <i>Abies sach.</i>	トドマツ <i>Abies sach.</i> トドマツ <i>Abies sach.</i>	ナ ラ <i>Quercus cri.</i> トドマツ <i>Abies sach.</i>	ダケカンバ <i>Betula Er.</i> トドマツ <i>Abies sach.</i>
4.86	5.03	5.43	4.68	4.78	4.90	5.10
23.00	18.00	16.00	36.00	28.00	36.00	33.00
5.57	6.04	5.91	1.49	1.69	1.89	1.71
0.28	0.33	0.33	0.10	0.15	0.20	0.18
19.89	15.89	17.88	14.90	11.27	9.79	9.10
0.17	0.25	0.23	0.10	0.10	0.16	0.15

## 6. 総 括

樹種や林分構造のちがいで堆積腐植は、どのように変化し、さらに堆積腐植の分解が鉱質土壌にどのような影響をあたえるかなどの諸点について検討した。

### 1. トドマツ造林による土壌の変化

1) 余市地方で同一斜面上にトドマツ林とミズナラなどを主体とする広葉樹林が隣接し、成林している林地を調査した。

2) 両林地の堆積腐植はトドマツ林で Mor 型、広葉樹林で Mull 型を示し、両者の間に異なった堆積腐植の形態を認めた。

3) 広葉樹林地では溶脱集積の程度はきわめて微弱にあらわれているにすぎないが、トドマツ林にあっては明りょうに溶脱集積の状態を認め、化学的性質は明らかに異なっていた。

### 2. トドマツ造林地における間伐が A<sub>0</sub> 層の組成および土壌の性質におよぼす影響

1) 滝川林務署芦別事業区で無間伐林と間伐後 3 年経過した両林地について、堆積腐植と土壌におよぼす影響を知るために本試験を行なった。

2) A<sub>0</sub> 層の現存量では無間伐区は間伐区の 1.62 倍であったが、単位あたりの有機物含有率は両区とも極端な差異は認められない。

3) エーテル・アルコール可溶性有機物および糖類は、間伐区は無間伐区にくらべて、L 層では差異は認められないが、F 層では減少の傾向を認めた。これにくらべてリグニン様物質ならびに粗蛋白質は、間伐区で増大し無間伐区の F 層は間伐区にくらべて分解は緩慢であると考察した。

4) 間伐区は無間伐区にくらべて F 層中の窒素、置換性石灰量は多いが、不飽和度は低く、リン酸、カリは減少する。A 層では炭素、窒素、置換性石灰およびリン酸、カリなどそれぞれ高く、炭素率、不飽和度は低い傾向が認められた。

5) 間伐によって生ずる諸種の環境の変化ことに林内気象の影響, さらに地表面に到達する陽光量の増加によって草本類が侵入生育するようになる。したがって, 今まで分解緩慢な状態にあった堆積腐植は漸次分解の度を増し, F 層を構成する有機物組成の変化とともに化学的諸性質が無間伐区よりまさるようになったと考えられる。

### 3. トドマツ天然林における皆伐後の土壌の変化

1) 旭川営林局管内の大雪事業区で同一立地上に皆伐されて10年経過した林地と一部天然林を残した両林地が隣接し存在していたので, この両林地を比較し皆伐による土壌の変化を知る目的で調査した。

2) 天然林の土壌は溶脱集積がいちじるしく  $P_{DII}$  型を呈しているが, 皆伐した林地においては  $P_{DIII}$  型の形態を示し, 天然林の土壌にくらべて溶脱の現象は弱まりその土壌の化学性はややまさる傾向が認められた。

これは皆伐という環境の変化にともない, 堆積腐植の腐植化が促進されたものと思われる。

### 4. 落葉の分解に関する研究

1) 支場構内のトドマツおよびヤチダモの両林下でトドマツの落葉(A)とシラカンバの落葉(B)を混交し, ポットを用いて落葉の分解試験を行なった。

2) 分解1年経過した時点で, 落葉の分解困難なものから容易なものへの順をあげればつぎのとおりである。

トドマツ林下の  $\frac{A.100g}{B.0g} > \frac{A.75g}{B.25g} > \frac{A.50g}{B.50g} >$  ヤチダモ林下の  $\frac{A.100g}{B.0g} > \frac{A.75g}{B.25g} >$  トドマツ林下の  $\frac{A.25g}{B.75g} > \frac{A.0g}{B.100g} >$  ヤチダモ林下の  $\frac{A.50g}{B.50g} > \frac{A.25g}{B.75g} > \frac{A.0g}{B.100g}$  の順の区となる。

3) 落葉が分解して浸透水中に流出する無機養分を時期別にみると, 両林下の各区ともに  $CaO$ ,  $P_2O_5$  および  $K_2O$  溶出量は 5月中旬以降9月中旬にむかって増大し, とくに9月に最高量に達する。このうち  $K_2O$  溶出量は5月に1つのピークが認められる。

4) 分解によって溶出した無機養分の溶出量は上述の2)と同様の傾向が認められた。すなわち, 分解の容易な区ほど無機養分の溶出量は大であった。

### 5. 混交林の土壌

1) 調査地は旭川営林局管内の三毛別事業区の新第三紀層(川端層)を母材とする立地にある林相を対象に調査した。トドマツ純林, トドマツートドマツ林, ナラートドマツ林, ダケカンバートドマツ林の4か所である。

2) 広葉樹を上木あるいは混交する林下の土壌は他の2者の調査地にくらべて, A層深くその色彩はやや濃い。また自然状態での絶乾細土量は少なく, 採取時水分ならびに最少容気量は増大の傾向がみられる。さらに pH, 窒素, 炭素および置換性石灰量は明らかにまさっていた。

3) 広葉樹を上木あるいは混交する林は, トドマツ純林, トドマツートドマツ林にくらべて落葉類の分解速度は早まり鉅質土壌への有機物などが速やかに還元され, その結果土壌の理化学性が良好状態を示したものと考察した。

## 文 献

- 1) 合沢義孝・滝川貞夫：北大天塩第2演習林におけるシラカンバ二次林の間伐とトドマツ樹下植栽，日林北支講，10，pp.47～50，(1961)
- 2) BROADFOOT, W. M. and W. H. PIERRE : Forest soil studies; I. Relation of rate of decomposition of tree leaves to their acid-base balance and other chemical properties. Soil Sci., pp.329～348, (1939)
- 3) FEHÉR : Ueber den Einfluss des Kahlschlages auf den Verlauf der biologischen und biochemischen Prozesse in Waldboden. Silva. 24: p.25; 185, p. 195, (1931)
- 4) FISHER, G.M. : Comparative germination of species on various kinds of surface-soil material in the western white pine type. Ecology, 16, p. 606, (1935)
- 5) JOFFE, J. S. : Soil profile studies; (III) The process of podzolization. Soil Sci., 35, pp. 235～257, (1933)
- 6) 河田 杰：間伐および枝打が林内環境におよぼす影響，林学会誌，16，p.12，(1934)
- 7) KIEBERG, I. : Landw. Jahrb. 66, p. 317, (1927) [芝本武夫：“森林土壤学”，朝倉書店より引用(1949)]
- 8) 丸山明雄・岩坪五郎・堤 利夫：森林内外の降水中の養分量について，(I)，京大演林報，36，pp. 25～28，(1961)
- 9) 三島 壘・菅野高穂・谷口三佐男：広葉樹二次林の林分改善と林種転換 (I)，日林北支講，13，pp. 49～53，(1964)
- 10) 宮崎 紳：四国森林植生と土壤形態との関係について，興林会，pp.1～250，(1942)
- 11) NEMEC, A. : Untersuchungen über die chemischen Veränderungen der organischen Substanzen bei der natürlichen Zersetzung der Humusaufgaben in Wäldern. Teil I : Veränderungen des pentosangehalt und Menge der Extraktstoffe. Z. pflanz. Düng Bodenk. A. 18, pp.65～103, (1930)
- 12) NYKVIST, N. : Leaching and decomposition of litter (1). Oikos, Vol. 10 (2), pp.190～211, (1959)
- 13) 大政正隆・森 経一：落葉に関する2, 3の研究，帝林林試報告，3，pp. 39～101，(1937)
- 14) 大杉 繁・辻 康彦：各種作物材料中の加里溶解度について，日土肥誌，6，pp. 385～392, (1932)
- 15) PLOCHMANN, R. : The struggle for mixed forest. American forest, 8, (1960)
- 16) ROMELL, L. G. and S. O. HEIBERG : Types of humus layer in the forest northeastern United States. Ecology. 12, pp. 567～608, (1931)
- 17) 塩崎正雄：成木施肥 (I) 土壤滲透水の養分含有量について，日林北支部，14，pp. 8～10, (1965)
- 18) 塩崎正雄：伐採跡地の土壤諸性質の変化，日林講，76，pp. 133～135, (1966)
- 19) 堤 利夫：森林の成立および皆伐が土壤の2, 3の性質に及ぼす影響 (I)，京大演習林報，34，pp.37～59, (1953)
- 20) 堤 利夫：林木の落葉の分解について，京大演報，26，pp.59～87, (1956)
- 21) 堤 利夫・四手井綱英・岡村 徹：森林の落葉の分解について (II)，京大演報，33，pp.187～198, (1961)
- 22) 内田丈夫：ドイツトウヒ造林地における間伐の堆積腐植におよぼす影響，北海道林試時報，49，12 pp., (1943)
- 23) 内田丈夫：北海道における針葉樹林の堆積腐植に関する研究，林試研報，114，205 pp., (1959)
- 24) WAKSMAN, S. A. and K. R. STEVENS : A critical study of the method for determining the nature and abundance of soil organic matter. Soil Sci., 30, pp. 97～116, (1930)
- 25) WAKSMAN, S. A. : Humus, origin, chemical composition and importance in nature, (1936)

- 26) WITTICH, W. : Ergänzende Untersuchungen und Betrachtungen über die Wirkung hoher Hitzgrade auf die biologische Vorgänge in Waldboden. Z. f. Forst- u. Jagdw. 63. p. 655. (1931)
- 27) 山本 肇 : 林木の生育と養分含有量について—とくに シラカンバの着葉量およびその無機成分—, 林試研報, 182, pp. 44~65, (1965)
- 28) 山谷孝一 : ヒバ林地帯における土壌と森林生育との関係, 林土誌, 12, 135 pp., (1962)
- 29) ZONN, S.V. (遠藤健治郎訳) : 森林と土壌, 日林協, pp. 61~133, (1959)

---

**Effect of Decomposition of Fallen Needle Leaves of  
Todo-fir (*Abies sachalinensis* MAST.) on the Forest soil**

Tadashi YAMAMOTO<sup>(1)</sup> and Etsuko SANADA<sup>(2)</sup>

(Résumé)

**1. Effect of Todo-fir plantation on soil.**

1) We surveyed 35-year-old Todo-fir plantation adjacent to a broad-leaved natural forest on a gentle slope, near Yoichi city, Hokkaido.

2) Accumulated humus belongs to Mor-type under the Todo-fir plantation, and Mull-type under broad-leaved forest.

3) Judging from values of ammonium-oxalate soluble  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , the degrees of eluviation and accumulation are very slight under broad-leaved forest but remarkable under Todo-fir forest. It might be concluded that accumulation of fallen needle leaves accelerated the chemical action.

**2. Effect of thinning on the soil of Todo-fir plantation.**

1) Todo-fir plantation 3 years after thinning were surveyed for contrasts at Ashibetsu working unit, Takikawa Prefectural District Forestry Office.

2) There were 1.62 times the amount of fallen leaves in  $A_0$  layer of the non-thinned plot compared with the thinned plot; but no remarkable difference was recognized between contents of organic matter in  $A_0$  layer of unit weight on both plots.

3) As for values of ether-alcohol soluble organic matters and sugars, difference was not found with L layer, while values diminish and lignin-like substance and rough protein increase with F layer on thinned area. Decomposition of F layer on thinned area may be rapid than contrast.

4) N and exchange CaO is rich, while base exchange capacity, the degree of base unsaturation, C,  $\text{P}_2\text{O}_5$  and  $\text{K}_2\text{O}$  are poor in F layer on thinned area. These values are high, and, in A horizon on thinned area carbon ratio and degree of base unsaturation are low.

5) Superiority in chemical properties on thinned area might be brought about with accelerated decomposition of organic matter after thinning.

**3. Change of soil after clear cutting of Todo-fir Natural forest.**

1) Surveyed area was clear cut of Todo-fir forest 10 years ago, adjacent to Natural forest on level topography at Sôunkyô working unit, Asahigawa Regional Forestry Office.

---

Received December 6, 1969

(1)(2) Soils Unit, Silviculture Division, Hokkaido Branch Station.

2) At clear cut area, decomposition of fallen leaves accelerates, soil rich in organic substances and exchange CaO, while pH value is high and the degree of base unsaturation is low compared with natural forest.

3) Judging from values of ammonium-oxalate soluble  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , eluviation is remarkable at Natural forest, while slight at clear cut area.

4) This difference was mainly brought about by accelerated decomposition of humus with direct sun light after clear cutting.

#### 4. Study on decomposition of fallen leaves.

It is considered that in the case of mixing fallen leaves of hardwood with that of softwood, decomposition of the latter may be accelerated we prepared this condition artificially under Todo-fir and *Fraxinus* (*Fraxinus mandshurica* var. *Japonica*) plantations respectively in our laboratory yard.

1) Each 100g of mixed fallen leaves of Todo-fir and white birch were packed in 0.1/50,000 wagner pots with thin sand layer on the bottom. Mixture rate of needle leaves and broad leaves were as follows; 0 : 100; 25 : 75; 50 : 50; 75 : 25; 100 : 0. Tops of pots were covered with insect net to prevent blow-off by wind, and were put on ground under each plantation.

2) After the elapse of one year, decomposition was most remarkable with 100% birch leaves under *Fraxinus* crown, while most slight with 100% needle leaves under Todo-fir crown. Ratios of undecomposed components in the latter to the former were; organic matter 1.3,  $\text{P}_2\text{O}_5$  1.7,  $\text{K}_2\text{O}$  11.7, CaO 1.9.

3) Needle leaves 100 : 0 under *Fraxinus* crown, 25 : 75, and 50 : 50 under Todo-fir crown decomposed with almost the same poor degree. Under *Fraxinus* crown, decomposition with 100 : 0 was the poorest.

#### 4) Inorganic component in infiltrated water.

a) Generally speaking, with all pots, infiltrated CaO and  $\text{P}_2\text{O}_5$  increased from mid-May to mid-September, and attained maximum in September; then diminished in October and November. Infiltrated  $\text{K}_2\text{O}$  had the same tendency as CaO and  $\text{P}_2\text{O}_5$ , but a peak was observed in May. Melted snow begun from March might have influenced the peak.

b) Decomposition of needle leaves under Todo-fir crown was the poorest. Infiltrated ratios of components in needle leaves were 29.3% of CaO, 28.0% of  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 56.9% of  $\text{K}_2\text{O}$ , while in birch leaves under *Fraxinus* crown, these ratios were 65.1% of CaO, 53.1% of  $\text{P}_2\text{O}_5$  and 97.4% of  $\text{K}_2\text{O}$ .

c) As needle leaves under Todo-fir crown forms Mor-type humus and acidifies soil, mixing of birch leaves with needle leaves may have beneficial effect on mineral soil.

#### 5. Physical and chemical properties of soil under natural forest.

Investigated area belongs to Kawabata strata of neo-tertiary, Sankebetsu working unit, Kotanbetsu District Forestry Office. Todo-fir, Todo-fir-Todo-fir, Oak (*Quercus crispula* var. *grosseserrata*)—Todo-fir and Birch (*Betula Ermanii*)—Todo-fir forests were surveyed.

1) Soil profiles under Todo-fir and Todo-fir—Todo-fir have shallow A horizon with light colour suggesting scant content of organic matter compared to profiles under other forests.

2) Soil texture under these forest are almost the same, but in Todo-fir and Todo-fir-Todo-fir forest, more field fine soil volume, less field water content and less minimum porosity than other forests are observed.

3) Soils under hard tree forest or hard tree mixed coniferous forest are superior in chemical properties such as pH value, values of N and exchange CaO and in physical property such as moisture content than in Todo-fir forest and Todo-fir-Todo-fir forest. In addition, superiority in chemical properties are also observed. These results may support data of our leaves-decomposition test.