

南八甲田における火山灰由来土壌の形態学的性質と土壌分類

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	庄子, 貞雄 高橋, 正 三枝, 正彦 山田, 一郎
巻/号	58巻6号
掲載ページ	p. 638-646
発行年月	1987年12月

南八甲田における火山灰由来土壌の 形態学的性質と土壌分類^{*1}

庄子貞雄^{*2}・高橋 正^{*3}・三枝正彦^{*4}・山田一郎^{*2}

キーワード ポドゾル, 火山灰土, 土壌の気候系列, 土壌の植生系列, ブラキック層

1. はじめに

火山灰土^{*5}は、その母材の特性を強く反映し、寒帯から熱帯、さらに乾燥地帯までの多様な気候環境下で生成していることが知られている¹⁾。しかしながら、火山灰^{*6}に由来する土壌がすべて、いわゆる火山灰土であるとは限らない。条件によっては、スポドソル(ポドゾル)、アルフィソル、モリソル、オキシソルなども生成する^{*7}。

さて青森県の南八甲田一帯には、おもに十和田カルデラから噴出した火山灰が広く分布している。そして気候、標高、地形、植生などの相違によって、これらの十和田火山灰から、後述するように、さまざまな土壌が生成している。ところで最近、十和田火山灰の分布や特性に関する情報^{2~4)}だけでなく、現植生^{5,6)}、ならびに古植生^{7,8)}に関する情報もまたしだいに蓄積されるに至り、本地域の火山灰由来土壌の研究にとって有効な基礎的情報となっている。

南八甲田の土壌に関する既往の調査研究をみると、青森営林局土壌調査報告⁹⁾と大政によるブナ林土壌の研究¹⁰⁾がその主なものである。そこで、前述の最近の情報と SHOJI ら¹¹⁾の予備的研究に基づいて、南八甲田の亜高山帯から低山帯において、同じ母材火山灰から、気候

や植生の違いを反映して生成した土壌について、次のような目的で研究を実施した。

(1) 同一火山灰に由来する各種の土壌の形態学的特徴を明らかにすること。

(2) 主に形態学的性質に基づいて、内外の土壌分類法を適用すること。

なお本地域の火山灰由来土壌の成因については、UGOLINI ら¹²⁾によって、ダイナミックペドロロジーの立場から研究されている。

2. 研究対象地域の概要と研究方法

研究対象地域と代表土壌の調査地点を第1図に示した。研究対象地域は、南八甲田火山群の北東ないし東方に位置する。

本地域の土壌の母材としてとくに重要なものは、いずれも珪長質の十和田 a 火山灰(約 1000 年)と中せり火山灰(約 5000 年^{*8})である^{2,11)}(第2表と第5表を参照)。

研究対象地域の気候をみると、第1表に示したように、標高が高いほど気温は低下し、年降水量が増加する。したがって、標高が高くなるにつれて、土壌は強い溶脱作用を受けることになる。

植生をみると、標高約 900 m 以上の亜高山帯ではアオモリトドマツ-ブナ林が、約 900~400 m の低山帯ではブナ林がそれぞれ代表的となっている^{5,6)}。しかし、人為のインパクトを強く受けた場所では、森林植生に代わってススキ群落が成立している。

青森営林局⁹⁾および著者らの調査から、研究対象地域での火山灰由来土壌の分布は、おおよそ次のとおりである。標高約 800 m 以上の排水良好な条件下では、アオモリトドマツ-ブナ林とブナ林のいずれの植生下でも乾性ポドゾル^{*9}が発達している。これに対して、排水不良条件下では、湿性ポドゾルが生成している。標高約 800 m

Sadao SHOJI, Tadashi TAKAHASHI, Masahiko SAIGUSA and Ichiro YAMADA

*1 本報の概要は昭和 60 年度日本土壌肥料学会金沢大会で発表した。

*2 東北大学農学部 (980 仙台市堤通雨宮町 1-1)

*3 秋田県立農業短期大学 (010-04 秋田県 南秋田郡大潟村南 2-2)

*4 東北大学農学部 (現在、東北大学農学部附属農場 989-67 宮城県玉造郡鳴子町)

*5 本論文では火山灰土国際分類委員会 (ICOMAND) の定義に準ずることとする。

*6 ここでは便宜的に火山灰、軽石、スコリアなどの降下火砕堆積物を火山灰と呼ぶことにする。

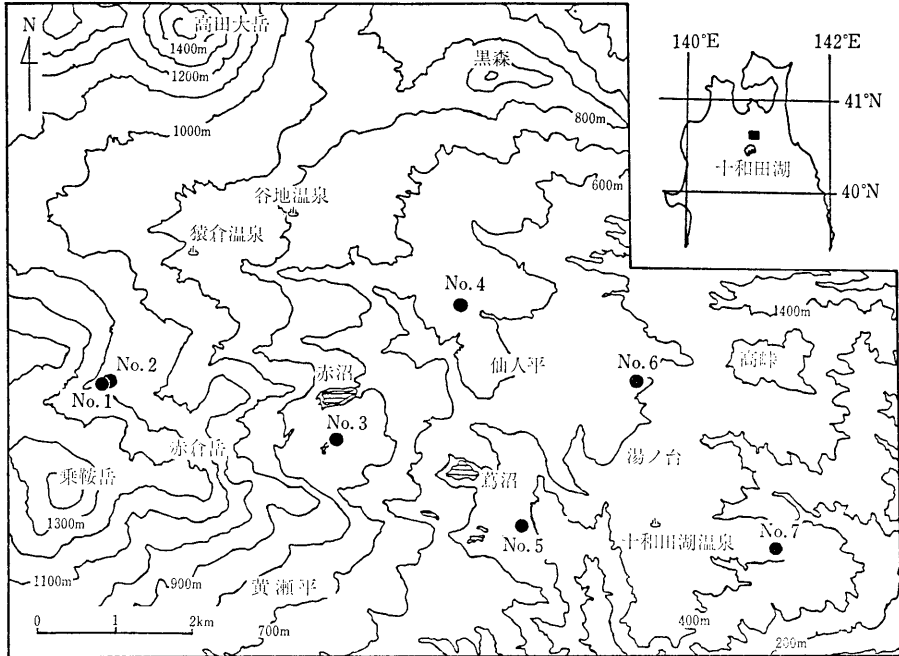
*7 LEAMY, M. L.: The Classification of Andisols. 「黒ボク土(火山灰土)の国際的対比に関する研究集会」での講演 (1982 年 10 月, 筑波)。

昭和 62 年 1 月 8 日受理

日本土壌肥料学雑誌 第 58 巻 第 6 号 p.638~646 (1987)

*8 中せり火山灰の年代は大池²⁾によって約 4000 年と報告されているが、最近の研究結果⁴⁾からほぼ 5000 年とみられる。

*9 ここで使用する土壌名は便宜的である。正式の土壌名は、「結果と考察」で記述される。



第1図 研究対象地域と代表土壌の調査地点 (No. 1から No. 7まで)

第1表 研究対象地域の標高, 気候, 植生と土壌

	標高 (m)	年平均気温 (°C)	年平均降水量 (mm)	植生 (林床)	土壌名*
亜高山帯	1,200~900	3~5	>1,800	アオモリトドマツ-ブナ (チシマザサ)	乾性ポドゾル 湿性ポドゾル
	900~800	5~6	>1,800	ブナ (チシマザサ)	乾性ポドゾル
低山帯	800~400	6~9	1,200~1,800	ブナ (チシマザサ)	褐色火山灰土
	<600	7~9	1,200~1,800	ススキ	黒色火山灰土

* 本論文での便宜的名称. 分類上の正式名称は第3表に示される.

以下のブナ林下では, 褐色火山灰土が広く分布する. しかし標高約 600 m以下でススキ植生の影響を強く受けた場所では, 黒色火山灰土となっている (第1表).

本報告では, 研究対象地域から, 以上の四つのタイプの代表土壌計7ペドンを選定した (調査地点は第1図).

土壌断面の一般的記載は「土壌調査ハンドブック」¹³⁾に従い, 土壌層位の命名は「土壌調査手引き (USDA, Soil Survey Manual)」¹⁴⁾によった. なお, 土色の判定は湿土のみで行い, 土性は国際法の表示によった.

3. 結果と考察

初めに研究対象地域において, 同じ火山灰から生成した乾性ポドゾル, 湿性ポドゾル, 褐色火山灰土, 黒色火

山灰土の形態学的性質を記述する. 次にこれらの土壌について, その形態学的特徴に基づき, 日本で現在使用されている林野土壌の分類法¹⁵⁾, 農耕地土壌分類法¹⁶⁾, 北海道農牧地土壌分類法¹⁷⁾による分類を簡単に述べることにする. さらに, 米国農務省 (USDA) の Soil Taxonomy¹⁸⁾と火山灰土国際分類委員会 (ICOMAND) の分類法¹⁹⁾によって分類を試み, その問題点を指摘する.

1) 乾性ポドゾル

(1) 形態学的性質: 南八甲田の研究対象地域のポドゾルは, 乾性タイプも湿性タイプも, 十和田 a 火山灰と中せり火山灰から別々に発達した二段 (Bisequum) のポドゾルである. 第2表に示されているように, 乾性ポドゾル No. 1と No. 3は, 植性が異なるにもかかわらず,

第 2 表 ポドゾルの断面記載

層位	深さ (cm)	土色 (湿)	土性	腐植 (%)	構造*1	コンシステンシ(湿)				層界*5	母材*6	備考
						碎易 性*2	可塑 性*3	粘着 性*4				
ベドン No. 1 ヤビツ谷地-上(乾性ポドゾル, アオモリトドマツ-ブナ林, 標高 1060 m)												
Oi(L)	11~10											O層はチシマザサ, アオモリトドマツ, ブナの落葉よりなる
Oe(F)	10~3											
Oa(H)	3~0	10 YR 1.7/1	SiC	47.7								
E	0~6	2.5 Y 2/1	SiCL	36.5	2csbk	fr	p	s		cw	T-a	
EB	6~9	7.5 YR 3/2	L	10.9	1msbk	fr	sp	ss		aw	T-a	
Bsm	9~12	7.5 YR 5/6	SL	6.2	ma	fi	sp	ss		as	T-a	
2Ab	12~17	7.5 YR 1.7/1	SiCL	30.0	ma	fr	p	s		cw	Chu	
2Eb	17~23	10 YR 4/1	CL	20.5	ma	fr	p	s		aw	Chu	
2EBb	23~27	7.5 YR 2/3	CL	15.0	ma	fr	sp	ss		aw	Chu	
2Bsmb	27~32	5 YR 3/6	SL	11.9	ma	vfi	sp	ss		aw	Chu	2Bsmb 層の上部 2~3 cm はブラ
2Bwb	32~42	7.5 YR 4/6	SL	4.3	ma	fi	sp	ss			Chu	ック層
3Ab	42~	10 YR 2/2	SiC								不明	
ベドン No. 2 ヤビツ谷地-下(湿性ポドゾル, アオモリトドマツ-ブナ林, 標高 1050 m)												
Oi(L)	15~12											O層はチシマザサ, アオモリトドマツ, ブナの落葉よりなる
Oe(F)	12~11											
Oa(H)	11~0	5 YR 1.7/1	SiC	34.8						aw	T-a	BC 層は雲状, 糸根状斑鉄(5YR
BC	0~10	10 YR 4/6	L	5.3	2mpl	fr	sp	ss		as	T-a	3/3) 富む
2Ab1	10~16	10 YR 2/1	LiC	26.2	2m·cbk	fr	sp	ss		cw	Chu	2Ab2 層は溶脱(E)層とみられる
2Ab2	16~24	10 YR 3/2	SiC	28.8	2f·mbk	fi	p	s		aw	Chu	2Bsmb 層の上部 2~3 cm はブラ
2Bsmb	24~29	5YR3/6	SL	6.7	ma	vfi	po	so		ai	Chu	ック層
2Bwb	29~36	5 YR 4/6	SL	5.3	ma	fi	po	so		aw	Chu	2Bwb 層は雲状斑鉄(5YR3/3)富む
3Ab	36~49	7.5 YR 3/2	LiC	10.7	2m·csbk	fi	p	s				3Ab 層は糸根状斑鉄(5YR4/4) 富む
ベドン No. 3 赤沼(乾性ポドゾル, ブナ林, 標高 790 m)												
Oi(L)	8~6											O層はブナの落葉よりなる
Oe(F)	6~5											
Oa(H)	5~0	7.5 YR 1.7/1	SiC	47.8						cw	T-a	
E	0~5	10 YR 3/3	L	9.8	2fbk	fr	sp	ss		aw	T-a	
Bsm	5~8	5 YR 3/4	L	5.0	ma	vfi	sp	ss		aw	T-a	
CB	8~13	10 YR 5/4	SL	1.7	2vfpl	fi	sp	ss		aw	T-a	
2Ab	13~18	7.5 YR 2/2	CL	16.7	2f·mbk	fr	sp	ss		cw	Chu	2Eb 層は微細糸根状斑鉄(5YR3/4)
2Eb	18~25	10 YR 4/1	LiC	12.9	2f·msbk	fr	p	s		aw	Chu	富む
2Bsmb	25~28	2.5 YR 3/4	L	5.5	ma	vfi	sp	ss		ai	Chu	2Bsmb 層の上部 1~2 cm はプラキ
2Bwb	28~35	7.5 YR 5/6	L	2.1	ma	vfi	sp	ss		aw	Chu	ック層
3C1	35~55	7.5 YR 5/8	LS	1.0	sgr	l	po	so		as	Chu	
3C2	55~65	10 YR 5/6	LS	0.2	sgr	l	po	so			Chu	

*1 (発達程度) 1, 弱度; 2, 中度; (大きさ) vf, 微小; f, 小; m, 中; c, 大; (形態) gr, 粒状; bk, 角塊状; sbk, 亜角塊状; pl, 板状; ma, マッシュ; sgr, 単粒状。

*2 l, 粗しょう; vfr, 極碎易; fr, 碎易; fi, 堅硬; vfi, すこぶる堅硬。

*3 po, 可塑性なし; sp, 可塑性弱; p, 可塑性中。

*4 so, 粘着性なし; ss, 粘着性弱; s, 粘着性中。

*5 a, 明瞭; c, 判然; g, 漸変; s, 平坦; w, 波状; i, 不規則; b, 不連続。

*6 T-a, 十和田 a 火山灰; Chu, 中せり火山灰。

土壌の断面形態はよく似ている。これらの土壌は後述するブナ林下の褐色火山灰土 No. 4 と No. 5 とともに相互に気候系列 (Climosequence)²⁰⁾ の関係にある。このことより, 南八甲田のアオモリトドマツは青森県下北半島のヒバ (標高 150~300 m の低地林で乾性ポドゾル PdI を

生成²¹⁾ のような強いポドゾライザー (podzolizer) とはなっていないことがわかる。

ベドン No. 1 と No. 3 はともに有機物層が厚く, Oi (繊維質の分解不良の有機物層, 構成植物遺体の識別可能), Oe (Oi と Oa の中間の性質を示す層) と Oa (よ

く分解した有機物層)の3層よりなる。両ペドンとも十和田a火山灰に由来する部分は、その下位にある中せり火山灰に由来する部分に比べて、ポドゾル化が弱く、E層(溶脱層)は野外で識別できるような漂白状態を呈していない。一方、中せり火山灰に由来する部分は、十和田a火山灰が降下してから約1000年経過しているため、その有機物層はすでに分解消失しているが、降下以前にポドゾル化がよく進行して、Bsm層(鉄が集積して固結している層)が著しく発達している。さらに鉄が強く固結した薄層、すなわちプラキック(placic)層がこのBsm層のなかで発達していることが注目される。しかしながら中せり火山灰に由来するE層も腐植をかなり含み、それほど明瞭な漂白状態とはなっていない。

以上述べた南八甲田における火山灰由来のポドゾルの形態学的特徴には、一般のポドゾルあるいはスポドゾル^{22,23)}と比較した場合、以下に述べるようないくつかの重要な相違点がある。

一般のポドゾルあるいはスポドゾルのE層は、明瞭な漂白状態(ashy)を示すのに対して、南八甲田の乾性ポドゾルでは、かなりの腐植を含み、明瞭さを欠いている。その理由としては、本地域の残雪は6月中旬まで認められるので排水良好な所でも過湿になりやすいことがあげられる。さらにA層やE層の粘土含量の高いことや、母材中に風化しやすい火山ガラスを多量に含み³⁾、かつ粒度がかなり細かいことなども特徴的である(とくにA層やE層)。これは一般のポドゾルあるいはスポドゾルの母材が砂質で、風化に安定な鉱物を多く含む²³⁾こ

とは対照的である。

(2) 土壌分類：供試土壌の土壌分類結果は第3表のとおりである。林野土壌の分類では、ペドンNo.1とNo.3はともに有機物層(L, F, H層)の発達状態がよく、中せり火山灰由来部分の溶脱層(E層)と鉄の集積層(Bsm層)の分化状態、とくに鉄の著しい集積(プラキック層の発達)、湿性の土壌水分レジュームを示す斑鉄が不在であることなどから、乾性ポドゾルPdIとした。しかし、農耕地土壌分類にはポドゾルの分類が含まれていないので、火山灰土のみの分類となる。また北海道の農耕地土壌分類では、火山灰母材のポドゾルの識別基準が示されていない。

USDAのSoil Taxonomyによれば、No.1とNo.3はともに、2Bsmb層中にプラキック層が存在することによって、スポディック層の形態学的基準を満足するので、Placorthodに分類される(第3表)。

次に火山灰由来のポドゾルへの適用に問題が指摘されているスポディック層の基準について検討した結果は、第4表に示した(分析の詳細は次報²⁴⁾で報告)。これによるとペドンNo.1のBsm層と2Bsmb層はともに、この三つの基準を満足している。しかしながらペドンNo.3ではBsm層は第1の基準を満足せず、2Bsmb層は第1と第2の基準を満足していない。いずれのポドゾルも、その2Bsmb層には、先に述べたように、placic層がよく発達しているにもかかわらず、このように化学的基準を満足していないことが注目される。この理由については次報²⁴⁾で述べることにする。

第3表 南八甲田の火山灰由来土壌の分類

ペドン No.	本論文の土壌名称	林野土壌分類	農耕地土壌分類	北海道農耕地土壌分類	Soil Taxonomy	ICOMAND
1	乾性ポドゾル	乾性ポドゾル PbI型	—	—	Medial, frigid, ortstein and shallow Placorthod	
2	湿性ポドゾル	湿性鉄型ポドゾル Pw(i)I型	—	—	Medial, frigid, ortstein Typic Placaquod	
3	乾性ポドゾル	乾性ポドゾル PbI型	—	—	Medial, frigid, ortstein and shallow Placorthod	
4	褐色火山灰土	適潤性褐色森林土 Bb型	淡色黒ボク土	未熟灰表層 褐色火山性土	Medial, mesic Entic Dystrandept	Ashy, mesic Hapludand
5	褐色火山灰土	適潤性褐色森林土 Bb型	淡色黒ボク土	褐色火山性土	Medial, mesic Typic Dystrandept	Ashy, mesic Fulviudand
6	黒色火山灰土	適潤性黒色土 Bld型	淡色黒ボク土	褐色火山性土	Medial over cindery, mesic Entic Dystrandept	Ashy over pumiceous mesic Fulviudand
7	黒色火山灰土	適潤性黒色土 Bld型	厚層多腐植質 黒ボク土	黒色火山性土	Medial over cindery, mesic Typic Dystrandept	Ashy over pumiceous mesic Melanudand

第 4 表 スポディック基準の検討結果

層 位	スポディック基準*		
	1	2	3
ペドン No. 1 ヤビツ谷地-上			
Bsm	0.24	0.83	96
2Bsmb	0.35	0.70	270
2Bwb	0.17	0.37	265
ペドン No. 2 ヤビツ谷地-下			
BC	0.11	0.75	217
2Bsmb	0.14	0.45	198
2Bwb	0.08	0.38	201
ペドン No. 3 赤沼			
Bsm	0.13	0.87	76
2Bsmb	0.08	0.27	96
2Bwb	0.05	0.18	123

*1:ピロリン酸塩可溶 Fe+Al (%) / 粘土 (%) の比で、基準値は 0.2 以上。

2:ピロリン酸塩可溶 Fe+Al (%) / ジチオナイト可溶 Fe+Al (%) の比で、基準値は 0.5 以上。

3:集積指数: {CEC(pH 8.2) - 1/2粘土 (%) } × 層厚 (cm) で、基準値は 65 以上。
スポディック層は、以上の三つの基準を満足しなければならない。

2) 湿性ポドゾル

(1) 形態学的性質:排水不良環境下で発達した湿性ポドゾル・ペドン No. 2 は乾性ポドゾル・No. 1 の近くにあつて、植性もほぼ同じである。このような湿性ポドゾルは南八甲田の亜高山帯では広く分布し、しばしば泥炭土と連続して発達している。

湿性ポドゾルの形態学的性質をみると(第2表)、本土壌も有機物層の発達が著しい。しかし、十和田 a 火山灰に由来する部分は、乾性ポドゾルに比べて、ポドゾル化がさらに弱い。また BC 層には、排水不良状態を示す斑鉄が多い。これに対して、中せり火山灰由来の部分では、乾性ポドゾルと同様に、Bsm 層がよく発達し、そのなかにブラキック層もみられる。そして、その下層には多量の斑鉄がみられる。

(2) 土壌分類:分類結果は第3表に示した。湿性ポドゾル・ペドン No. 2 は、乾性ポドゾルと同様に有機物層の発達がよく、中せり火山灰由来部分の溶脱集積が進んでいる。しかし、集積層には上述のように湿性な土壌水分状態を示す斑鉄が多いことより、林野土壌分類では、湿性鉄型ポドゾル Pw(i)I と分類した。農耕地土壌分類と北海道農牧地土壌分類の湿性ポドゾルへの適用については、乾性ポドゾルの分類で述べたと同じ理由から、困難である。

USDA の Soil Taxonomy によれば、湿性タイプの

ペドン No. 2 はブラキック層の存在に加えて、湿性の水分レジュームの特徴を示す多量の斑鉄が存在することにより、Placaquod に分類される。

次にこの土壌についてスポディック層の化学的基準を検討した結果を第4表にみると、BC 層と 2Bsmb 層は第1の基準を満足しない。また 2Bsmb 層は第2の基準をも満足していない。この事実は、先の乾性ポドゾルと同じく、風化しやすい一次鉱物を多量に含む火山灰由来のスポドゾルの化学的基準に重大な問題点のあることを示している。なお、今後国内の農耕地関係の土壌分類法が火山灰由来のポドゾルにも適用できるような処置がなされることを期待したい。

3) 褐色火山灰土

(1) 形態学的性質:研究対象地域の標高約 800 m 以下で、ポドゾルと全く同じ母材火山灰より、森林下では褐色火山灰土が、そしてススキが侵入した場所では黒色火山灰土が生成している。この事実は両火山灰土が植生系列(Biosequence)の関係となっていることを示している。第5表には、褐色火山灰土として、標高 660 m と 430 m のブナ林下のペドン No. 4 と No. 5、黒色火山灰土として、標高 580 m のススキ植生下のペドン No. 6 と標高 410 m のススキ-スギ(植林)植生下のペドン No. 7 の記載結果を示した。

この表より、ペドン No. 4 と No. 5 では、標高が 230 m 違つても、褐色火山灰土としての形態的特徴がかなりよく似ていることがわかる。両土壌とも、ポドゾルとは対照的に、有機物層がうすく、Oa 層を欠いている。土層の分化状態をみると、十和田 a 火山灰に由来する部分ではいまだ B 層が発達していないが、中せり火山灰由来では Bw 層が発達している。また、土層の境界をみると、たいいてい波状、不規則ないしは不連続で、かつ漸移的である。

次に母材火山灰別に褐色火山灰土をやや詳しくみると、十和田 a 火山灰に由来する A 層は腐植にすこぶる富むが、土色は黒味がさほど強くなく、暗褐色であることが多い。この層では粒状構造が比較的良好に発達し、きわめて砕けやすく、粘性や可塑性が弱い。中せり火山灰に由来する A 層は腐植に富み、暗褐色で、弱い亜角塊状構造が発達している。そして、砕けやすく、粘性や可塑性も弱い。Bw 層は褐色を呈し、弱い亜角塊状構造が発達しているか、あるいは構造はほとんど発達していない。コンシステンシーは砕けやすく、粘性や可塑性が弱い。

(2) 土壌分類:土壌分類の結果は第3表のとおりである。褐色火山灰土・ペドン No. 4 と No. 5 では、溶脱・

第5表 火山灰土の断面記載

層位	深さ (cm)	土色 (湿)	土性	腐植 (%)	構造*1	コンシステンス(湿)			層界*5	母材*6	備 考
						碎易 性*2	可塑 性*3	粘着 性*4			
ペドソ No. 4 仙人平 (褐色火山灰土, ブナ林, 標高 660 m)											
Oi(L)	3~2										
Oe(F)	2~0										O層はブナの落葉よりなる
A1	0~5	7.5 YR3/2	CL	11.9	3mgr	vfr	sp	ss	gw	T-a	
A2/C	5~16	5YR4/2(A2)	CL	7.6	1msbk	fr	sp	ss	ai	T-a	
		2.5 YR7/2(C)									
2Ab1	16~25	7.5 YR3/4	CL	9.5	1msbk	fr	sp	ss	cw	Chu	
2Ab2	25~38	7.5 YR3/3	LiC	10.3	1msbk	fr	p	s	ci	Chu	
2Bwb	38~43	7.5 YR5/6	SL	2.8	ma	vfi	sp	ss	ci	Chu	
3C	43~65	7.5 YR5/8	LS	2.6	sgr	vfi	po	so		Chu	
ペドソ No. 5 蔦沼 (褐色火山灰土, ブナ林, 標高 430 m)											
Oi(L)	4~0										Oi層はブナの落葉よりなる
A1	0~11	7.5 YR 2.5/2	CL	21.4	2fgr	vfr	sp	ss	gw	T-a	
A2	11~20	7.5 YR 2.5/3	L	14.3	2f-msbk	vfr	sp	ss	gw	T-a	
2Ab1	20~33	7.5 YR3/3	CL	8.4	1msbk	vfr	sp	ss	cw	Chu	
2Ab2	33~48	7.5 YR3/4	CL	7.8	1msbk	vfr	sp	ss	ci	Chu	
2Bwb	48~70	7.5 YR4/4	SL	4.5	1msbk	fr	sp	ss	ab	Chu	2Bwb層と3C層との層界が不連続 なのは根による攪乱のため
3C	70~88	10 YR 6/6	LS	0.9	sgr	l	po	so		Chu	
ペドソ No. 6 湯の台 2 (黒色火山灰土, ススキ, ブナ, 標高 580 m)											
Oi(L)	2~0										Oi層はススキの落葉からなる
A1	0~19	7.5 YR 1.7/1	LiC	29.0	2fgr	vfr	sp	ss	cw	T-a	
A2/C	19~25	7.5 YR3/4	CL	7.9	1msbk	fr	sp	ss	ai	T-a	
		(A2)									
		10 YR 5/4(C)									
2Ab1	25~36	7.5 YR 4/3	CL	9.3	1msbk	fr	sp	ss	cw	Chu	
2Ab2	36~50	7.5 YR3/4	LiC	9.0	1msbk	fr	sp	ss	cw	Chu	
2Bwb	50~72	5 YR 4/8	LS	2.1	ma	fi	sp	ss	aw	Chu	
3C	72~	10 YR 6/4	S	0.7	sgr	l	po	so		Chu	
ペドソ No. 7 湯の台 1 (黒色火山灰土, ススキ, スギ(植林), 標高 410 m)											
Oi(L)	5~0										Oi層はススキの落葉よりなる. 下 部 1.5 cm は微細根のマット
A1	0~18	7.5 YR 1.85 /1.5	CL	18.4	2fgr	vfr	sp	ss	gw	T-a	
A2/C	18~30	7.5 YR 2/1	L	9.1	2fgr	fr	sp	ss	as	T-a	
		(A2)									
		2.5 Y 5/3(C)									
2Ab1	30~33	7.5 YR 1.85 /1.5	CL	11.2	1fsbk	fr	sp	ss	cw	Chu	
2Ab2	39~60	7.5 YR 1.7/1	LiC	11.2	1f-msbk	fr	sp	ss	cw	Chu	
2Bwb	60~79	7.5 YR 3/4	SCL	6.2	1m-csbk	fi	sp	ss	ci	Chu	
3C	79~	7.5 YR 5/6	S	1.0	sgr	l	po	so		Chu	

*1-6 第2表と同じ。

集積がみられず、有機物層である F, H 層がほとんど発達していないこと、A層は比較的厚く、腐植に富み、暗褐色で、B層(中せり火山灰由来部分)は褐色を呈し、弱度の塊状構造をもつことなどから、これらのペドソは、かつて大政¹⁰⁾が分類したと同じように、適潤性褐色森林土 Bd と分類した。農耕地土壌分類では、土色の規定(明度、彩度ともに3またはそれ以上)から、腐植層の厚さが 25 cm 未満であるので、両ペドソとも淡色黒

ボク土と分類される。北海道の農牧地土壌分類では、腐植層の特徴、すなわち 50 cm 以内に厚さ 25 cm 以上の軽しような褐色火山灰層をもつことより、No. 4 は未熟灰表層褐色火山性土、No. 5 は褐色火山性土と分類される。

Soil Taxonomy によるペドソ No. 4 と 5 の分類は第 3 表に示した。Andepts の分類については 1978 年の SMITH のアンディソル提案²⁵⁾以来、多くの問題点が指

摘され、その改善が ICOMAND を中心にして進められている。そこで南八甲田の火山灰土についても、最近の ICOMAND の分類¹⁹⁾を適用することにする。いずれの火山灰土も、コントロールセクション(地表ないし地表から 25 cm 以内で始まる)が仮比重 $<0.9 \text{ g/cm}^3$, リン酸保持量(P-retention) $>85\%$, 酸性シュウ酸塩可溶の Al(Al_0) $\geq 2\%$ (もし、この値が 2% よりも低い場合には、細土中の火山ガラス含量との関係で決定される)を満足することが確認されている(詳細は次報²⁴⁾)。

次に大群の基準をみると、ペドン No. 4 は duric, allic, melanic, fulvic, hydric, vitric のいずれの基準も満足していないので、Hapludand に分類される。ペドン No. 5 は地表から 30 cm までの有機炭素含量の加重平均が 8% 以上であるが、melanic 大群の土色条件(湿土の明度 2 以下、彩度 2 未満)を満足していないので、Fulviudand に分類される。

4) 黒色火山灰土

(1) 形態学的性質: 黒色火山灰土のペドン No. 6 では、十和田 a 火山灰に由来する A 層だけが黒色であるが、ペドン No. 7 では、十和田 a 火山灰と中せり火山灰に由来する A 層がそれぞれ黒色となっている。このような火山灰土は、褐色火山灰土とともに、共通の母材から、しかも隣合った場所で発達しており、火山灰土の植生系列(Biosequence)の成因上興味深い。

また、黒色火山灰土の層分化状態も先の褐色火山灰土とはほぼ同様であり、層界の状態は波状、不規則あるいは不連続を呈するのが多い。これは、かつて森林が成立したことのあることを示唆する。

次に母材火山灰別に黒色火山灰土の特徴をみると、褐色火山灰土と同じように、有機物層の発達が貧弱である。これはポドゾルの場合と違って、落葉や落枝の分解が速いためである。十和田 a 火山灰に由来する A1 層は腐植にすこぶる富み、黒味が強く、粒状構造が発達しているが、コンシステンシーは先の褐色火山灰土の相当する層と同様である。なお第 2 層には腐植含量の低い、風化の進んでいない火山灰が部分的に存在するため、A2/C と記載した。

中せり火山灰由来の部分は、ペドン No. 6 では、褐色火山灰土のペドン No. 5 とよく似ている。これに対して No. 7 では、腐植層は腐植にすこぶる富み、黒味が強く、砕けやすく、可塑性も粘性も弱い。Bw 層でも腐植がかなり多く含まれ、弱いながら亜角塊状構造もみられる。

なお黒色火山灰土の腐植層が真黒であるのは、次報²⁴⁾で述べるように、この層の腐植含量が高いだけではな

く、腐植化度の高い A 型腐植酸が多く含まれているためである。このような腐植層の生成には、ススキなどの草原植生の貢献が報告されている²⁶⁾。本地域の黒色火山灰土の場合でも、佐瀬⁸⁾のプラントオパール分析や KAWAMURO と TORII⁷⁾の花粉分析結果から、ススキ植生がアンドソライザー(Andosolizer)となっているものとみられる。

(2) 土壌分類: 土壌分類の結果は第 3 表のとおりである。黒色火山灰土 No. 6 と No. 7 はともに、厚い黒色の A 層(明度、彩度とも 2 以下)をもち、適潤性褐色森林土に類似する形態を示すことから、林野土壌分類では適潤性黒色土 Bld と分類した。農耕地土壌分類では、腐植層の厚さと腐植含量(土色)から、No. 6 は淡色黒ボク土(土色の規定により腐植層の厚さが 25 cm 未満)、そして No. 7 は厚層多腐植質黒ボク土(地表下 50 cm 以上までの明度、彩度とも 2 未満で、腐植含量が 10% 以上)と分類した。北海道農牧地土壌分類では、腐植層の特徴より、No. 6 は褐色火山性土(黒色火山灰層の厚さが 25 cm 未満)、No. 7 を黒色火山性土(25 cm 以上の黒色火山灰層をもつ)に分類した。ICOMAND の分類では、No. 6 が Fulviudand、そして No. 7 は melanic 大群の土色条件を満足していることから Melanudand と分類された。

さて、Soil Taxonomy による研究対象地域の火山灰土の分類(第 3 表)をみると、ペドン No. 4 から No. 7 まですべて Dystrandepet と分類され、わが国の土壌分類法を適用した結果との対応が不明瞭である。しかし、これらの土壌を ICOMAND の分類法で分類すると、haplic, fulvic, melanic の 3 大群に分けられ、それぞれ火山灰土の特徴がかなりよく示され、Soil Taxonomy の場合に比べて、わが国の土壌分類法による結果との対応がよいことがわかる。

一方、国内の土壌分類法をみると、林野土壌と農耕地土壌を統一的に分類できる包括的な体系の必要性が強く感じられる。

4. ま と め

本研究で得られた結果をまとめると以下のとおりである。

1) 乾性ポドゾルは十和田 a 火山灰と中せり火山灰より別々に発達した二段土壌(bisequum)である。ポドゾル化の程度は十和田 a 火山灰由来部分では未熟であるのに対して、中せり火山灰由来部分では顕著であり、鉄の集積が目立ち、プラキック(placic)層が発達していた。

2) 湿性ポドゾルは乾性ポドゾルとほぼ同様の層序を

示した。しかし十和田 a 火山灰由来の BC 層と中せり火山灰由来の 2Bwb 層に多量の斑鉄が存在し、またポドゾル化の程度は乾性ポドゾルより弱かった。

3) 褐色火山灰土もポドゾルと同様に二段土壌 (bisequum) であった。この土壌は有機物層はあまり発達しておらず、腐植層の腐植含量は高いが、黒味が弱いことが特徴的であった。これらの層では土壌構造がよく発達し、砕けやすく、可塑性や粘着性は弱かった。中せり火山灰由来の集積層 (2Bwb) は褐色を呈し、土壌構造の発達はほとんどみられないが、砕けやすく、また可塑性や粘着性が弱かった。層界は波状、不規則ないし不連続で、漸移的なものが多いことが特徴的であった。

4) 黒色火山灰土の層分化、その他の形態学的特性は褐色火山灰土とほぼ同様であった。しかしながら、その腐植層の土色は真黒であることが特徴的であった。

5) 以上の火山灰由来土壌を林野土壌分類法、農耕地土壌分類法、北海道農牧地土壌分類法、Soil Taxonomy および ICOMAND の分類法によって第 3 表に示されているように分類した。

6) ポドゾルは Soil Taxonomy による分類では、スポディック層としての形態的基準を満足するが、化学的基準を満足しなかった。また火山灰土については、国内分類法による分類結果は、Soil Taxonomy による分類結果よりも、ICOMAND による分類結果とよい対応を示した。なお国内の分類法では、林野土壌と耕地土壌を統一的に分類できる包括的な体系の必要性が望まれる。

謝辞 本研究を実施するにあたり、元林業試験場東北支場長山谷孝一博士には本地域の土壌の概要をお教えいただいた。東北大学理学部八甲田山植物実験所持田幸良博士には詳細な植生調査をしていただいた。農林水産省北海道農業試験場音羽道三室長、林業試験場大角泰夫室長、米国ワシントン大学 F. C. UGOLINI 教授、米国農務省 T. D. THORSON 氏からはペドン記載ならびに土壌分類について有益な助言をいただいた。ここに厚く感謝申し上げます。

文 献

1) LEAMY, M. L., SMITH, G. D., COLMET-DAAGE, F. and OTOWA, M.: The Morphological Characteristics of Andisols; in Soils with Variable Charge, ed. B. K. G. THENG, p. 17~34, New Zealand Society of Soil Science, Lower Hutt (1980)
 2) 大池昭二：十和田火山東麓における完新世テフラの編年, 第四紀研究, 11, 228~235 (1972)
 3) 山田一郎・小林進介・庄子貞雄：東北地方の主要火山灰土壌の母材について, 1. 岩質と一次鉱物組成, 土肥誌, 51, 193~202 (1980)

4) HAYAKAWA, Y.: Pyroclastic Geology of Towada Volcano. *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, 60, 507~592 (1985)
 5) NAITO, T.: Ecological Studies of the Towada-Hakkoda Area. *Ecol. Rev.*, 18, 93~126 (1975)
 6) 東北大学八甲田山植物実験所：アオモリトドマツ林の生態学的研究, p. 1~117 (1981)
 7) KAWAMURO, K. and TORII, A.: Past Vegetation on Volcanic Ash Forest Soil. I. Pollen Analysis of the Black Soils, Brown Forest Soils and Podzolic Soils in Hakkoda Mountain. *林試研報*, 337, 69~89 (1986)
 8) 佐瀬 隆：十和田火山起源の完新世テフラを母材にする火山灰土壌のプラントオパール分析, ペドロジスト, 30, 102~114 (1986)
 9) 林野庁青森営林局：林野土壌調査報告, 青森営林局土壌調査報告, 第 4 報, 三戸事業区 (1962)
 10) 大政正隆：ブナ林土壌の研究 (特に東北地方のブナ林土壌について), 林野土壌調査報告, 第 1 号 (1951)
 11) SHOJI, S., FUJIWARA, Y., YAMADA, I. and SAIGUSA, M.: Chemistry and Clay Mineralogy of Ando Soils, Brown Forest Soils, and Podzolic Soils Formed from Recent Towada Ashes, Northeastern Japan. *Soil Sci.*, 133, 69~86 (1982)
 12) UGOLINI, F. C., DAHLGREN, R., SHOJI, S. and ITO, T.: An Example of Andosolization and Podzolization as Revealed by Soil Solution Studies, South-Hakkoda, Northeastern Japan. *Soil Sci.*, 印刷中
 13) ペドロジスト懇談会：土壌調査ハンドブック, p. 23~77, 博友社, 東京 (1984)
 14) Soil Survey Staff, USDA: Soil Survey Manual, U. S. Government Printing Office, Washington D. C. (1981)
 15) 林業試験場土じょう部：林野土壌の分類, 林試研報, 280, 1~28 (1975)
 16) 農業技術研究所化学部土壌第 3 科：農耕地土壌の分類—土壌統の設定基準および土壌統一覧表(第 2 次案改訂版) p. 1~28 (1983)
 17) 北海道土壌分類委員会：北海道の農牧地土壌分類 (第 2 次案), 北海道農試研究資料, No. 17, p. 7~30 (1979)
 18) Soil Survey Staff, USDA: Soil Taxonomy, Soil Conservation Service, USDA, Washington D. C. (1975)
 19) LEAMY, M. L.: International Committee on the Classification of Andisols (ICOMAND), Circular No. 8 (1986)
 20) BUOL, S. W., HOLE, F. D. and McCracken, R. J.: Soil Genesis and Classification, p. 105, Iowa State University Press, Ames, Iowa (1973)
 21) 山谷孝一：ヒバ林地帯における土壌と森林生育との関係, 林野土壌調査報告, 第 12 号, p. 1~155 (1962)
 22) DUCHAUFOR, P.: Pedology, translated by T. R. PATON, p. 306~334, Mason Publishing USA, Inc., New York (1977)
 23) McKEAGUE, J. A., DeCONINCK, F. and FRANZMEIER, D. P.: Spodosols; in Pedogenesis and Soil Taxonomy. II. The Soil Orders, ed. L. P. WILDING, N. E. SMECK and G. F. HALL, p. 217~252, Elsevier, Amsterdam (1983)

- 24) SHOJI, S., TAKAHASHI, T., SAIGUSA, M., YAMADA, I. and UGOLINI, F. C.: Properties of Spodosols and Andisols Showing Climo- and Biosequential Relations in South-Hakkoda, Northeastern Japan. *Soil Sci.*, 印刷中
- 25) SMITH, G. D.: A Preliminary Proposal for Reclassification of Andepts and Some Andic Subgroups. New Zealand Soil Bureau, Lower Hutt (1978)
- 26) 近藤錬三・佐瀬 隆: 植物珪酸体, その特性と応用, 第四紀研究, **25**, 31~63 (1986)

書 評

界面と微生物

森崎久雄, 服部黎子 著

A 5 判, 133pp., 2,200円

学会出版センター(東京), 1986 年

地球上のさまざまな生態系で微生物は界面とかがわり合っている。これらの微生物生態に関する本はよく出版されているが、界面と微生物の関係を理論的に取り扱った教科書はこれまでになかった。本書はこの点画期的な教科書であり、著者はいずれも土壤微生物分野の研究者である。前半の1~5章は界面と微生物細胞の相互作用の見出しで書かれ、微生物は物として取り扱われている。後半の6~10章は界面上での微生物の生活という見出しのもとに微生物は生細胞として取り扱われている。本書の概略を以下に述べる。

1および6章では微生物に大きな影響を与える因子としての界面の重要性が指摘されている。2章では微生物がコロイドとしての種々の特徴をもっていることが述べられている。3章では界面で微生物に作用する力のモデル系として Helmholtz や Stern らの電気二重層の紹介、疎水性コロイドを定量的に取り扱える DLVO 理論

で微生物の界面への吸着が物理化学的に説明されている。4章では界面現象のエネルギー的側面についてふれ、微生物細胞の表面張力に関して記述され、5章では界面と微生物の相互作用における疎水性の問題を水の構造から解説し、微生物表面の疎水性と吸着性について説明がなされている。7章では界面における微生物の増殖様式に関する記述があり、8および9章ではそれぞれ、閉鎖系および開放系における界面存在下での微生物の生育速度論が扱われている。10章では酵素レベルおよび細胞レベルにおける界面の意義についてふれ、微生物生存上の界面の重要性を指摘している。また、補遺として微生物作用におよぼす界面の影響に関するいくつかの問題が取り扱われている。

土壌は界面を含む代表的な不均一系である。複雑で難解な系を研究対象とする場合、おもい切った単純化の試みは一つの接近方法である。本書では単純化したモデルや系における界面と微生物の相互作用、界面における微生物の生活が数式を用いて記述されており、これらの系の諸現象の理論化に向けての著者らのひたむきな姿勢が窺える。本書は界面と微生物のかかわり合いについて関心のある人、関連分野の研究者にとって必携の教科書であろう。 (九州農業試験場 早野恒一)