

# 天城,高尾土壤の遊離酸化鉄,遊離酸化アルミニウム森林土 壤の遊離酸化物に関する研究(第1報)

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	山家, 富美子 黒鳥, 忠
巻/号	41巻12号
掲載ページ	p. 477-482
発行年月	1970年12月

# 天城，高尾土壤の遊離酸化鉄，遊離酸化アルミニウム

森林土壤の遊離酸化物に関する研究(第1報)\*

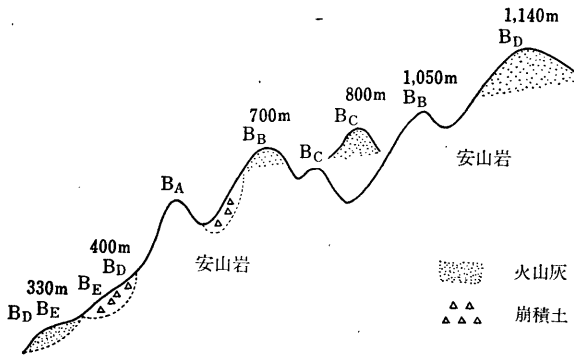
山家富美子\*\*・黒鳥 忠\*\*

## まえがき

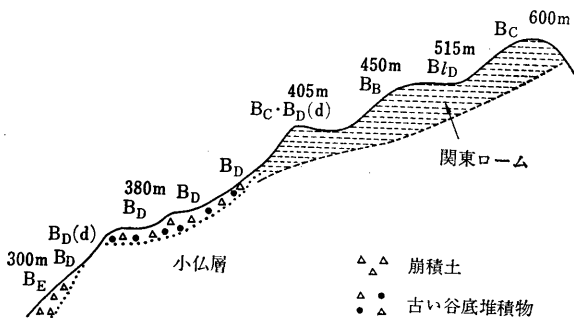
K. LUNDBLAD<sup>1)</sup>以来土壤の遊離酸化鉄，遊離酸化アルミニウムについての試験研究は数多くあり，土壤の生成論の解明に貢献してきたが，本邦の森林土壤地帯についての研究は少ないようである。著者らは今回関東西南部の天城，高尾地方の褐色森林土地帯の土壤について，TAMM 法<sup>1)</sup>と MEHRA-JACKSON 法<sup>2)</sup>によって遊離酸化鉄および遊離酸化アルミニウムの定量と，同時に細土の示差熱分析を行ない，すでに報告済み<sup>3)</sup>の一般的化学性に加えて，褐色森林土の特性を検討してみた。

## 供試土壤

昭和 36 年から 37 年に著者の一人黒鳥らが採取した天城および高尾国有林の森林土壤で，その採取地の概況



第1図 天城地方の各土壤型の分布



第2図 高尾地方の各土壤型の分布

をのべると次の通りである<sup>4,5,7)</sup>。天城地方においては年平均気温 16.5°C，平均湿度 70%，降水量 2,919 mm，雨量係数 177，N-S 係数 691 の気候条件下にあり，この地方の土壤は出現する地形上の位置のちがいによって，火山灰を母材とするものと，安山岩の風化物と火山灰の混合したものを母材とするものとにわかれる。また同一土壤型<sup>6,8)</sup>でも出現する海拔高にはかなり差があり，330 m (シイ，カン帯) から 1,050 m (モミ，ツガ帯上部～ブナ帯) におよんでいる (第1図参照)。その土壤の一般的化学性は第1表に示す。

高尾地方においては毎平均気温 13.4°C，平均湿度 64%，降水量 1,856 mm，雨量係数 141，N-S 係数 447 の気候条件下にあり，この地域は中生代の小仏層からなっているが，土壤母材は地形上の位置のちがいによって，主として水成岩(粘板岩)風化物からなるものと，火山灰(関東ローム)の影響が強くみられるものとに分けられる。しかし出現海拔高の幅は約 300 m から 600 m の範囲で，シイ，カン帯上部からモミ，ツガ帯にかけての山地帯をしめている (第2図参照)。その土壤の一般化学性は第1表に示す。

## 分析方法

### 1. 細土の Tamm, Jackson 溶出物

#### 1) Tamm 法

風乾細土 5 g を 300 ml 三角フラスコに秤取し，酸性シュウ酸アンモニウム溶液 100 ml を加え室温で1時間振とう抽出を行ない，上澄液を濾過する。残渣をさらに酸性シュウ酸アンモニウム溶液 100 ml で同様にして抽出する。両回の濾液と洗液(酸性シュウ酸アンモニウム)を合併して，煮沸している水浴上で蒸発乾固し，硝酸と過酸化水素で有機物をこわしてえた液を試料原液として，遊離酸化鉄はチロンによる比色法<sup>9)</sup>，遊離酸化アルミニウムはキシレノールオレンジによる比色法<sup>10)</sup>で定量した。

#### 2) Jackson 法

風乾細土 2 g を 100 ml 遠心分離管に秤取し，3% 過酸化水素 10 ml で有機物をこわすための前処理を2回くりかえし，完全に過酸化水素を除去した残渣に，3 M クエン酸ナトリウム溶液 40 ml と，0.3 M 重炭酸ナトリウム溶液 5 ml を加え，80°C 以下 (75~80°C) の水浴上で温め，ハイドロサルファイト 1 g を添加

\* 本報の1部は昭和43年10月土肥学会関東支部大会で発表

\*\* 農林省林業試験場(東京都目黒区下目黒5-37-21)昭和45年2月26日受理  
日本土壤肥料学雑誌 第41巻 第12号 p.477~482 (1970)

第1表 天城, 高尾地方の一般的化学性

No.	採取地	土母壤型材	層位	pH 水 (1:2.5)	y <sub>1</sub>	C (%)	N (%)	C/N	C E C	Ex. Ca	Ex. Mg
1	河津荻の入 205 S. L 330m	B <sub>D</sub> 火山灰と安山岩	H-A	5.6	1.0	19.5	1.2	16	71.5	35.4	0.72
			A	5.6	0.7	12.7	0.9	14	48.0	21.1	4.39
			A-B	5.6	0.9	7.9	0.6	13	26.6	5.5	1.23
			B	5.4	2.0	6.3	0.4	16	23.0	1.12	0.12
2	天城桐山国有林 425	B <sub>E</sub> 火山灰	H-A	5.4	2.0	22.0	1.3	17	67.7	23.8	4.03
			A	5.2	3.4	11.7	0.9	13	40.7	2.57	1.16
			A-B	5.3	1.3	6.9	0.6	12	24.0	0.69	0.63
3	" 450	B <sub>D</sub> 火山灰と安山岩	A	5.7	0.9	15.8	1.1	14	71.5	39.7	6.97
			B	5.6	11.6	2.7	0.3	9	57.5	27.9	6.34
			(A-B)'	5.6	0.6	3.8	0.4	10	43.2	14.5	3.93
4	" 480	B <sub>A</sub> 火山灰と安山岩		(1:5)							
			H	3.5	55.6	44.5	1.6	28	114.0	2.82	3.72
			A-(B)	4.4	18.6	13.1	0.4	33	33.2	0.39	0.39
			B <sub>1</sub>	5.1	2.3	5.8	0.3	19	21.7	0.18	0.78
			B <sub>2</sub>	5.1	2.2	3.5	0.2	18	15.8	0.27	1.05
5	河津白川峠 800	B <sub>C</sub> 火山灰	A	4.1	30.5	11.7	1.2	10	58.7	4.87	3.02
			A-(B)	4.8	16.8	11.2	0.6	19	43.4	0.54	1.31
			B	5.1	7.0	3.4	0.2	17	33.9	0.41	0.86
6	天城天城峠 1,050	B <sub>B</sub> 火山灰		(1:5)							
			H	3.6	31.6	43.6	1.7	26	103.0	9.14	5.79
			A	3.8	36.8	17.6	0.7	25	39.4	0.97	1.26
			A-B	4.4	17.3	8.9	0.3	30	28.9	0.36	0.01
			B	5.0	5.8	9.7	0.5	19	38.4	0.42	1.07
7	東京高尾国有林 340	B <sub>E</sub> 小仏層粘板岩	A	5.6	1.3	9.9	0.7	14	44.0	25.0	1.94
			(A)-B	5.9	0.8	3.5	0.3	12	26.6	12.5	1.71
			B	6.1	0.9	2.3	0.2	12	25.0	9.9	1.84
8	" 380	B <sub>D</sub> 小仏層粘板岩	A	6.1	0.6	7.5	0.6	13	38.2	22.5	2.35
			(A)-B	6.0	0.9	4.3	0.5	9	29.6	12.5	2.23
			B	6.0	0.8	3.4	0.3	11	30.4	9.6	2.02
9	" 450	B <sub>D</sub> 大部分関東ローム, 一部粘板岩	A <sub>1</sub>	5.6	1.3	16.1	1.1	15	77.2	34.8	3.22
			A <sub>2</sub>	5.9	1.2	8.0	0.6	13	48.7	19.5	1.85
			B <sub>1</sub>	5.9	0.8	5.5	0.5	11	40.1	11.7	1.51
			B <sub>2</sub>	6.1	0.7	4.3	0.4	11	34.9	10.8	1.80
10	" 515	B <sub>1D</sub> 関東ローム	A	5.5	1.7	18.4	0.9	20	82.9	14.7	2.07
			A-B	6.0	0.1	8.1	0.6	14	46.0	6.1	1.44
			(A-B)'	6.1	1.0	8.5	0.7	12	48.2	7.4	1.80
11	" 600	B <sub>C</sub> 小仏層粘板岩に 関東ローム混入	A <sub>1</sub>	5.7	1.0	10.0	0.7	14	48.1	17.1	2.88
			A <sub>2</sub>	5.9	1.7	7.8	0.6	13	41.5	10.7	2.72
			(A)-B	6.0	1.0	3.0	0.3	10	26.3	3.9	1.87
			B	5.9	0.8	1.1	0.1	11	16.4	4.3	2.02

\*1……乾土

し、1分間はげしく攪拌し、15分間ときどき攪拌しながら放置した後、遠心分離法で分別させる。この操作を普通は2回、特別含量の多いときは3回くりかえしてえられた濾液および洗液(5%食塩水)を水浴上で蒸発乾固し、硝酸と過酸化水素で有機物とクエン酸塩をこわしてえられる溶液を試料原液として遊離酸化鉄は重クロム酸カリウムによる容量法<sup>11)</sup>、遊離酸化アルミニウムはEDTAによる逆滴定法<sup>12)</sup>で定量した。

## 2. 細土の示差熱分析

細土を30%過酸化水素処理したものの示差熱曲線をとった。

### 分析結果および考察

#### 1. 遊離酸化物

一般的にみて遊離酸化物の含量は天城地方に比較して高尾地方の土壤に多い。母材別、層位別にながめた両地方の遊離酸化物量は第2表に示す。これより母材のちが

第2表 天城，高尾地方の遊離酸化物量（母材別）

地方	母材	層位	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)		
			T	J	T/J	T	J	T/J
天城	火山灰	A	1.53	3.43	2.2	2.21	3.09	1.4
		B	3.04	5.70	1.9	2.04	3.65	1.8
高尾	安山岩	A	2.41	4.12	1.7	2.37	2.62	1.1
		B	3.31	5.62	1.7	1.89	2.83	1.5
高尾	関東ローム	A	5.48	8.06	1.7	5.13	8.58	1.7
		B	5.34	8.16	1.5	4.21	6.43	1.5
高尾	粘板岩	A	3.25	5.10	1.6	2.03	3.30	1.6
		B	4.06	5.68	1.2	2.99	3.59	1.2

ただし {T: TAMM 法  
J: JACKSON 法

いによる遊離酸化物量にちがいのあるのは高尾地方で，主として関東ロームを母材とする土壤が粘板岩を母材とする土壤よりも，A層，B層ともに遊離酸化鉄，遊離酸化アルミニウムが多い。天城地方では母材による遊離酸化物の量的な差ははっきりとめられない。両地方の土壤型ごとの遊離酸化物の含量は第3表に示す通りである。

まず遊離酸化鉄について，天城地方の土壤では乾性型土壤 (B<sub>A</sub>, B<sub>B</sub>) のうち特に B<sub>B</sub> 型土壤で JACKSON 法において遊離酸化鉄の含量が A—B層 > B層 > A層の傾向をみる事ができるが，適潤性ないし弱湿性型土壤 (B<sub>D</sub>, B<sub>E</sub>) では，TAMM, JACKSON 両法とも A層 < B層の関係で，しかもその差は大きくないことがわかり，褐色森林土でも乾性型土壤の土壤断面の層位間の遊離酸化鉄の動きに，ややポドゾル化土壤における土壤断面の層位間の遊離酸化鉄の動きに似た動きがあり，乾性型土壤と適潤性ないし弱湿性型土壤の相異が多少認められそうである<sup>18)</sup>。

つぎに高尾地方の遊離酸化鉄については，天城地方の土壤ほどそう顕著な差はなく，B<sub>C</sub> 型土壤が TAMM, JACKSON 両法でいくぶん天城地方の乾性型土壤 (B<sub>B</sub>) に近い傾向，すなわち B<sub>C</sub> 型土壤の A<sub>2</sub> 層および A—B 層の遊離酸化鉄の量が A<sub>1</sub> 層および B 層の遊離酸化鉄の量よりわずかに多く層の中間で多少ふくらむ傾向を示している。

遊離酸化アルミニウムについては両地方とも鉄ほどはげしい可動性はみられないが，天城地方の B<sub>A</sub> 型土壤において TAMM 法および JACKSON 法とも B層はA層の 1/2~1/4 の遊離酸化アルミニウム含量となり，やや特異な乾性型土壤の性質を呈している。高尾地方の土壤では第2表に示したごとく，関東ロームのかぶっている A層 (約 30 cm) に対して B層では，TAMM, JACKSON 両法ともに少ない遊離酸化アルミニウム含量で，母材の

第3表 天城，高尾地方の各土壤型ごとの遊離酸化物

No.	土壤型	層位	全鉄 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	遊離酸化鉄 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)		全アルミニウム Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	遊離酸化アルミニウム Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	
				T	J		T	J
1	B <sub>D</sub> 火山灰と安山岩	H—A	4.56	2.14	3.29	11.4	2.23	3.09
		A	6.05	2.55	3.88	14.5	3.08	3.44
		A—B	7.12	3.22	4.77	16.3	3.21	3.69
2	B <sub>E</sub> 火山灰	B	7.11	3.51	4.91	17.0	3.58	4.31
		H—A	3.95	1.49	2.52	11.6	3.07	3.69
		A	5.80	2.44	3.02	15.3	4.29	3.87
3	B <sub>E</sub> 火山灰	A—B	6.12	2.35	4.02	18.3	2.36	2.18
		A	6.59	2.01	3.03	13.6	1.49	1.43
		B	11.03	3.27	3.35	20.6	1.15	3.03
4	B <sub>D</sub> 火山灰と安山岩	(A—B)	10.20	3.59	4.21	19.6	2.09	3.53
		B <sub>1</sub>	6.61	2.95	6.29	15.3	2.69	2.53
		B <sub>2</sub>	8.27	3.04	7.16	17.0	0.67	1.06
5	B <sub>C</sub> 火山灰	A	10.33	3.23	9.31	15.8	0.65	1.39
		A—B	6.10	1.47	5.11	10.9	1.55	3.16
		B	8.56	3.37	7.60	15.9	1.06	3.47
6	B <sub>B</sub> 火山灰	A	11.24	4.88	9.84	25.4	2.01	4.52
		A—B	4.33	0.65	2.91	8.67	0.83	1.54
		B	6.64	1.75	5.45	12.8	1.00	1.61
7	B <sub>E</sub> 小仏層粘板岩	A	6.03	3.28	3.94	16.4	1.01	3.51
		A—B	7.98	2.97	5.06	17.6	1.48	2.63
		B	9.29	3.47	4.84	19.9	1.98	2.68
8	B <sub>D</sub> 小仏層粘板岩	(A—B)	9.83	4.00	5.44	20.6	3.87	2.91
		A	9.66	3.52	5.14	19.3	2.57	3.98
		B	10.12	4.32	5.75	20.5	3.20	4.21
9	B <sub>D</sub> 大部分関東ローム，一部粘板岩	(A—B)	10.53	4.44	6.67	22.4	2.90	4.57
		A <sub>1</sub>	9.63	6.37	6.69	16.9	4.02	7.65
		A <sub>2</sub>	11.53	4.94	8.83	19.7	2.42	6.93
10	B <sub>D</sub> 関東ローム	B <sub>1</sub>	13.35	5.85	8.07	23.1	3.84	5.98
		B <sub>2</sub>	13.39	6.12	8.26	23.1	4.09	6.43
		A	10.60	4.84	8.24	17.2	5.15	12.79
11	B <sub>C</sub> 小仏層粘板岩に関東ローム混入	(A—B)	13.25	6.78	8.30	22.1	6.78	10.75
		A <sub>1</sub>	13.03	6.79	8.94	22.5	6.90	9.61
		A <sub>2</sub>	10.54	4.79	7.39	19.9	6.15	6.78
11	B <sub>C</sub> 小仏層粘板岩に関東ローム混入	A	11.18	5.14	8.27	21.4	6.15	7.71
		A—B	11.17	4.70	8.91	23.4	4.55	5.56
		B	8.66	3.27	7.27	22.8	1.78	3.45

ただし {T: TAMM 法  
J: JACKSON 法

差による質的差異によることを明らかにしている。そしてこの傾向は B<sub>C</sub> 型土壤でいちじるしい。

第4表には全鉄，全アルミニウムに対して TAMM 法および JACKSON 法でえられた遊離酸化物の割合を，天城地方の土壤については乾性型土壤と適潤性ないし弱湿性型土壤とにわけ，また高尾地方の土壤では適潤性ないし弱湿性型と黒色土とにわけ比較した平均値を示した。

まず天城地方の土壤においては，全鉄と遊離酸化鉄との関係は，乾性型土壤が TAMM, JACKSON 両法とも全

第 4 表 全鉄, 全アルミニウムに対する  
遊離酸化物の割合

地方	土壤型	層位	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
			T/t	J/t	T/t	J/t
天城	B <sub>A</sub> , B <sub>B</sub>	A	0.43	0.60	0.23	0.25
		B	0.51	0.47	0.13	0.19
	B <sub>D</sub> , B <sub>E</sub>	A	0.30	0.81	0.14	0.18
		B	0.41	0.81	0.05	0.12
高尾	B <sub>D</sub> , B <sub>E</sub>	A	0.46	0.66	0.14	0.29
		B	0.47	0.61	0.13	0.22
	Bl <sub>D</sub>	A	0.46	0.78	0.30	0.74
		B	0.52	0.66	0.34	0.46

ただし { t : 全鉄又は全アルミニウム  
T : TAMM 法  
J : JACKSON 法

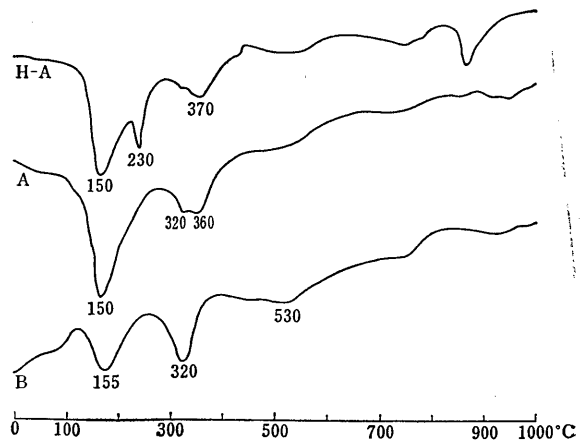
鉄に対して遊離酸化鉄がA層, B層とも約 50% 抽出されているが適潤性ないし弱湿性型土壤ではA層, B層とも JACKSON 法では全鉄の 80% まで抽出されていることがわかる。

つぎに全アルミニウムに対して遊離酸化アルミニウムの割合は, 乾性型土壤の A 層で全アルミニウムの 25% 抽出されているが, B 層では 13~20% しか抽出されていない。そして適潤性ないし弱湿性型土壤の A 層は全アルミニウムの 18% まで抽出されているが B 層では 5~12% しか抽出されておらず, 特に TAMM 法で抽出される遊離酸化アルミニウムは A 層の約 1/3 しか抽出されていないことがわかる。

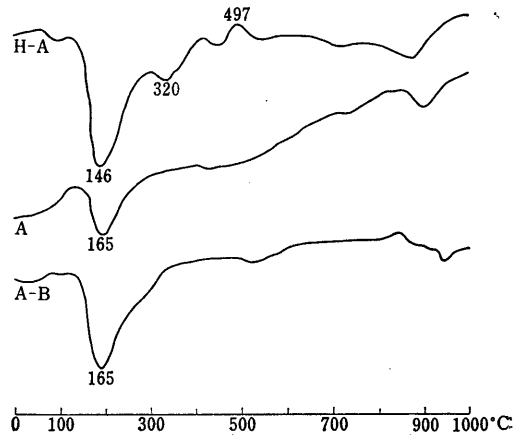
つぎに高尾地方については, 遊離酸化鉄が全鉄に対して土壤型別にも抽出方法別にもほとんど大差ないが, 全アルミニウムに対する遊離酸化アルミニウムは, TAMM, JACKSON 両法とも褐色森林土(B<sub>D</sub>, B<sub>E</sub>)に対して黒色土(Bl<sub>D</sub>)が 2~2.5 倍多く抽出されていることがわかる。

2. 示差熱曲線

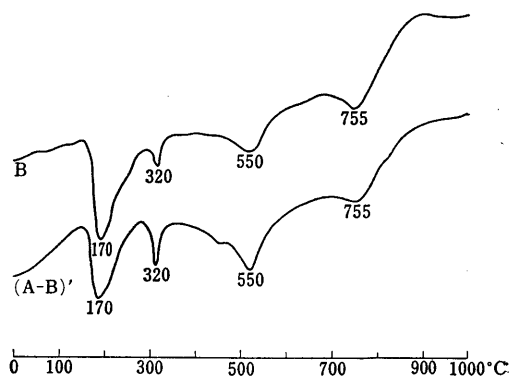
天城地方 (第 3 図の (1)~(6)) の各土壤型の DTA 曲線には, 320°C 付近にギブサイトによる吸熱ピークがはっきりと認められる。しかし A 層の DTA 曲線にはギブサイトによる吸熱ピークよりも 170°C 付近のアロフェンによる吸熱ピークの方が大きい。B 層ではギブサイトによる吸熱ピークが大きく, その大きさは JACKSON 法で抽出される遊離酸化アルミニウムの量にだいたい比例している。すなわち遊離酸化アルミニウム含量が多ければ吸熱ピークの深さが深くなる。B 層にギブサイトが多いということは, A 層のアロフェンが有機物により分解されアルミニウムの一部がフルボ酸と結びついて B 層に集積することを示した足立, 原田の報告<sup>14)</sup>に一致してい



第 3 図(1) 天城地方の B<sub>D</sub> 型の DTA 曲線



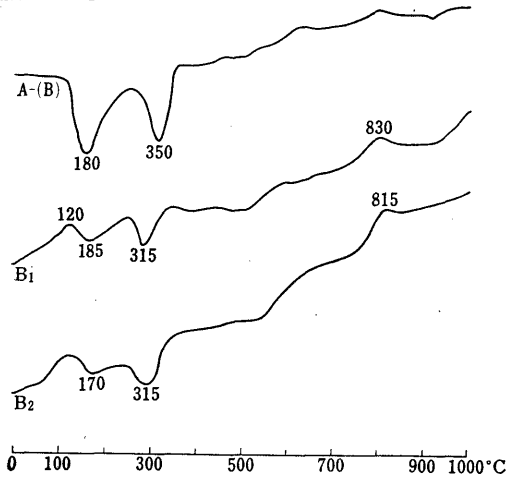
第 3 図(2) 天城地方の B<sub>E</sub> 型の DTA 曲線



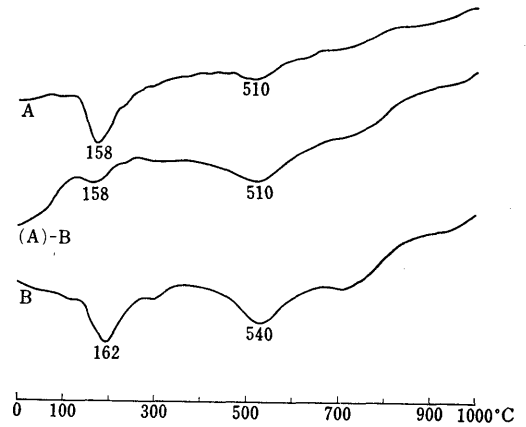
第 3 図(3) 天城地方の B<sub>D</sub> 型の DTA 曲線

る。また乾性型土壤 (B<sub>A</sub>, B<sub>B</sub>) の B 層には 800~850°C 付近に木炭の燃焼による発熱であろうと思われる発熱ピークがわずかにみとめられる。

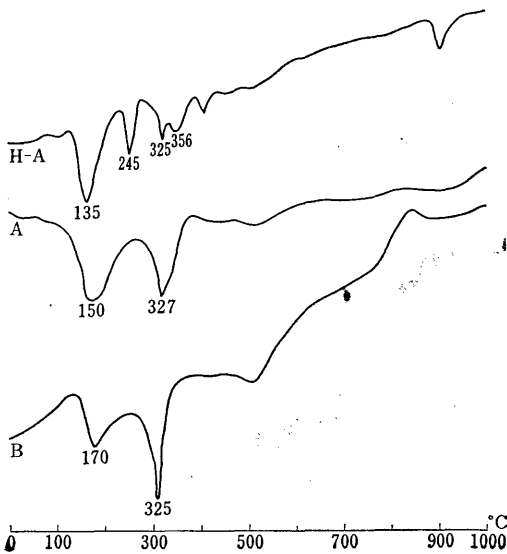
高尾地方 (第 3 図 (7)~(11)) の各土壤型の DTA 曲



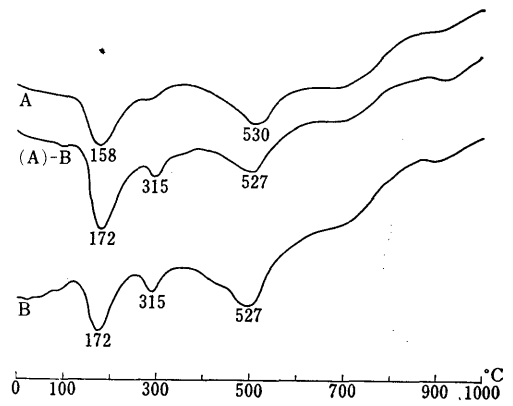
第3図(4) 天城地方のBA型のDTA曲線



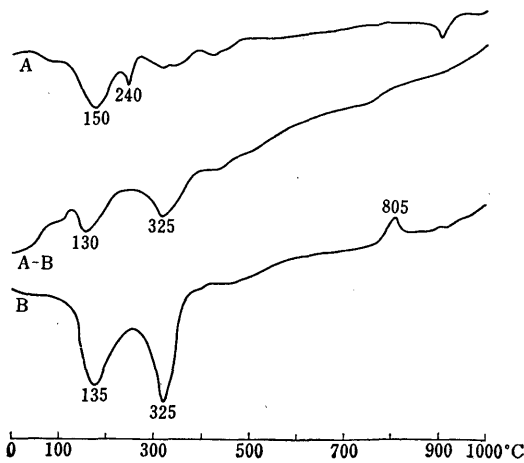
第3図(7) 高尾地方のBE型のDTA曲線



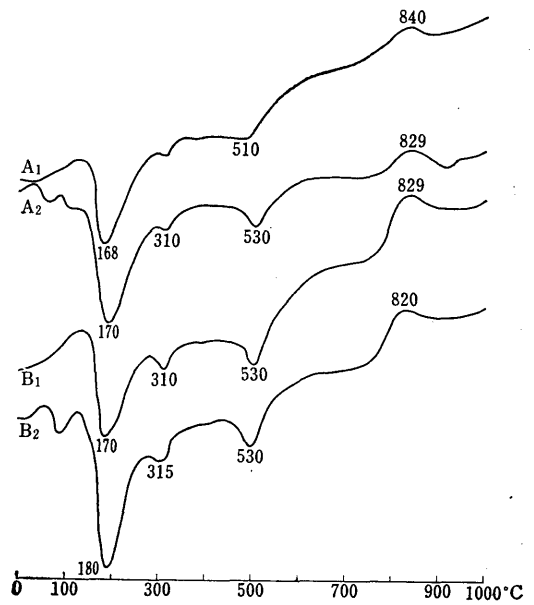
第3図(5) 天城地方のBC型のDTA曲線



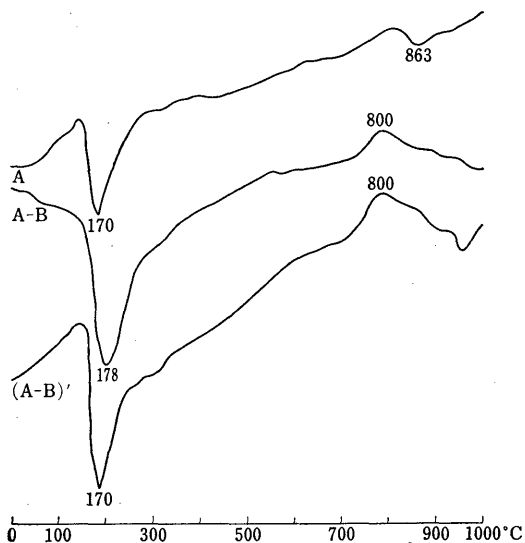
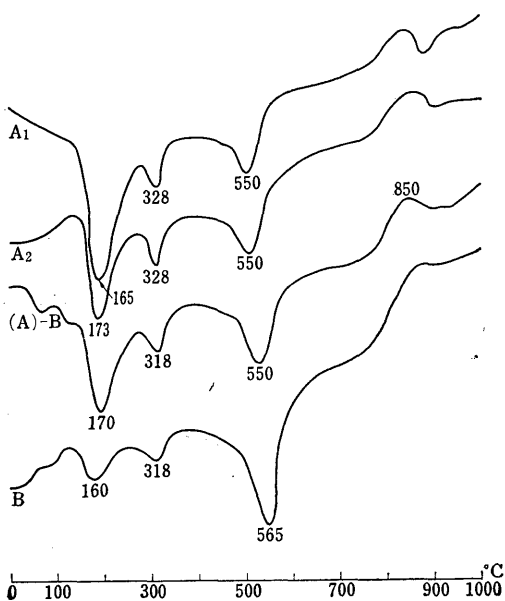
第3図(8) 高尾地方のBD型のDTA曲線



第3図(6) 天城地方のBE型のDTA曲線



第3図(9) 高尾地方のBD型のDTA曲線

第3図(10) 高尾地方の  $B_{1D}$  型の DTA 曲線第3図(11) 高尾地方の  $B_C$  型の DTA 曲線

線には、 $170^{\circ}\text{C}$  付近にアロフェンによる吸熱ピークが大きく認められ、その大きさは Tamm 法で抽出される遊離酸化鉄の量にだいたい比例している。すなわち遊離酸化鉄の量が多ければ吸熱ピークの深さも深くなる。 $550^{\circ}\text{C}$  付近にはハロサイト属による吸熱ピークが認められ、また  $320^{\circ}\text{C}$  付近のギブサイトによる吸熱ピークは褐色森林土 ( $B_C$ ,  $B_D$ ) にはわずかに認められるが、黒色土 ( $B_{1D}$ ) には全くみとめられない。 $800\sim 850^{\circ}\text{C}$  付近には木炭の燃焼による発熱であろうと思われる発熱ピークも褐色森林土、黒色土とにわずかにみとめられる。

### むすび

森林土壌の遊離化合物の研究において、まず関東西南部の褐色森林土地帯の土壌について分析結果をとりまとめた。母材別、土壌型別、層位別にそれぞれ特徴があり、林野土壌の土壌型と土壌無機成分とくに遊離酸化鉄、遊離酸化アルミニウム含量と DTA 曲線に興味ある関係のあることを見いだした。

おわりに、この研究を行なうにあたり、種々御指導をいただいた林業試験場土じょう部長橋本与良博士に心から感謝いたします。

### 文 献

- 1) LUNDBLAD, K.: *Soil Sci.*, 37, 137 (1934)
- 2) JACKSON, M. L.: *Soil Chemical Analysis. Advanced course* 47 (1956)
- 3) 黒鳥 忠他: 林学会大会講演集, 79, 318 (1968)
- 4) 村松保男他: 林野土調報, No. 3, 55 (1953)
- 5) 木崎隆弘他: 林野土調報, No. 4, 61 (1954)
- 6) 大政正隆: 林野土調報, No. 1, 1 (1951)
- 7) 林 弥栄他: 林試研報, No. 196, 1 (1966)
- 8) 林野庁: 国有林林野土壌調査方法書 (1955)
- 9) 新名謹之助: 林野土調報, No. 8, 137 (1957)
- 10) PRICHARD, D. T.: *Analyst*, 2, 103 (1968)
- 11) 新名謹之助: 林野土調報, No. 8, 125 (1957)
- 12) 新名謹之助: 林試研報, No. 143, 99 (1962)
- 13) 山家富美子: 未発表
- 14) 足立美智子・原田竹治: 土肥要旨集, 7, 49 (1961)