

落葉の有機物組成と分解にともなう 変化について*

河 田 弘⁽¹⁾

I は じ め に

森林土壌における落葉の分解過程は、土壌の生成過程ならびに理化学的性質を支配する因子としてきわめて重要であるが、また同時に土壌の肥沃度ならびに林木の成長とも密接な関係を有することが明らかにされている。

植物遺体の分解過程については、主として農業上の立場から WAKSMAN 一派^{37) 44~60)}の広範な研究のほか、多くの研究者によつて研究されてきた。しかしながら、今日までの研究結果は必ずしも一致した傾向を示しているとはいひ難く、また相反する結果の得られている場合も少なくない。そのおもな原因は供試試料および実験方法の相違にもとづくものであろうが、全般的には植物遺体の化学的性質および有機物組成、環境諸因子、分解に関与する微生物の相違によつて分解過程の相違が生ずるものと考えられる。

森林土壌における落葉の分解過程は、樹種にともなう落葉の化学的性質および組成の相違、地形の変化にもとづく土壌の水分環境、気候等の立地条件の相違等の諸因子によつて根本的に支配されるであろうが、さらにこれらの一次的因子は当然有機物層における有機および無機組成に二次的な変化——有機酸性物質の生成、塩基の流亡等——を生じ、これによつて、微生物の分解活動の場としての環境諸条件を変化せしめ、分解過程の相違をさらに強化するものと考えられる。

森林土壌における落葉の分解にともなつて生成される腐植の形態については、古くは MÜLLER (1887) によつて Mor (Rohhumus) および Mull に大別されたが、これらの腐植の形態的な相違が土壌の諸性質、さらに林地生産力の相違とも密接な関連性を有することが明らかにされている。

落葉の分解過程とこれが土壌の諸性質におよぼす影響については、多くの角度から検討されなければならないであろう。筆者はまず Mor および Mull の両腐植型について、その分解過程を明らかにするとともに、落葉の化学的性質ならびに有機物組成がその後の分解過程にどのような影響をおよぼすか、また落葉中の有機物各 fraction の分解過程における消長をたどることによつて、各 fraction の分解に対する抵抗力を明らかにすること、さらに形態的にいちじるしい相違を示す両腐植型の生成は、単に分解速度の相違にすぎないものか、または本質的な相違が見られるか等の諸点を明らかにする目的をもつてこの研究を行なつた。このために両腐植型に属する各種林地の A₀ 層について、各層位の化学的性質ならびに有機物組成について検討を行なつた結果をここに報告する。

この研究を行なうに際して、終始ご懇切なご指導を賜つた東大教授大政正隆博士、多大のご配慮をい

* この研究の一部は昭和33年日本林学会春季大会において発表した(第68回日本林学会大会講演集, 120~121, 1958)。

(1) 木曽分場土壌研究室長・農学博士

ただいた土壤調査部長 宮崎紳博士，元木曾分場長（現四国支場長）渡辺録郎技官，木曾分場長 梅原博技官，ならびに実験に協力せられた木曾分場土壤研究室員鷹見守兄技官に心からの感謝をささげる。

この研究の一部は筆者の本場土壤調査部在職中に行なわれたものである。

II 供 試 試 料

供試試料は落葉の分解過程の異なる次の 7 カ所において採取した。Prof. 46~49 のヒノキおよびブナ林は Mor 型土壤に属し，Prof. 50, 51 および 34 のアカマツ，カラマツおよびケヤキ林は Mull 型土壤に属する。

Prof. 46 長野県西筑摩郡王滝村，王滝営林署王滝経営区 232 い林小班，約 200 年生以上のヒノキ天然生林。

Prof. 47 同上上松町，上松営林署上松経営区 96 い林小班，約 200 年生以上のヒノキ天然生林。

Prof. 48 群馬県利根郡水上町，宝川治水試験地 47 林班，約 150 年生のブナ天然生林。

Prof. 49 同上，Prof. 48 の近傍，林齢は同じ。

Prof. 50 長野県北佐久郡小沼村塩野，岩村田営林署浅間経営区 32 い林小班，約 100 年生のアカマツ天然生林。

第 1 表 土壤型，母材および立地条件
Table 1. Type of soil, parent material and site condition

断面 番号 Profile No.	土 壤 型 Type of soil	母 材 Parent material	標 高 Height from sea level (m)	方 位 Direction	傾 斜 Incli- nation	地 形 Relief
46	PWi-I	quartz porphyry	1,450	N 25° E	30°	middle of mountain slope
47	P _{DM}	granite	1,350	N 70° W	22°	upper part of mountain slope
48	P _{DM}	granite	1,350	S 45° W	20°	ridge of mountain slope
49	B _{D(d)} [P _{DM}]	granite	1,250	S	20°	middle of mountain slope
50	B _{Ld}	volcanic ash	1,000	S	5°	foot of very long gentle slope of volcano
51	B _{Ld}	volcanic ash	1,000	S 20° W	5°	ibid.
34	B _{Ld}	volcanic ash and sand	640	E	18°	middle of mountain slope

Remarks.

Types of soil are as follows:

PWi-I; Wet podzol (Iron-podzol type).

P_{DM}; Dry slightly podzolised soil.

B_{D(d)}; Moderately moist brown forest soil that has well developed granular or nutty structure in A horizon.

P_{DM}; Moderately moist slightly podzolised soil¹¹⁾.

B_{Ld}; Moderately moist black soil.

Prof. 51 同上, 同上 18 ろ林小班, 60 年生のカラマツ人工林。

Prof. 34 群馬県碓氷郡臼井町, 小根山試験地, 46 年生のケヤキ人工林。

これらの供試試料は 8 月に採取した Prof. 46 および 47 のヒノキ林以外は, いずれも 11 月初旬の落葉直後に採取した。なお Prof. 34 のケヤキ林は落葉の分解が速いために, F 層における季節的な変化を明らかにする目的をもつて, 5 月および 8 月の F 層をもあわせて供試した。

各試料採取地の土壌型, 母材, 立地条件, 植生および断面形態は第 1~3 表に示すごとくである。

Prof. 34 はさきに微生物群落²⁴⁾および化学的性質¹²⁾について報告した林地と同一である。

第 2 表 植 生

Table 2. Vegetation

Prof. No.	Dominant tree layer	Subdominant tree layer, shrub layer and ground flora
46	ヒノキ (天然) 5 <i>Chamaecyparis obtusa</i> (natural)	(Sh) アオハダ +, バイカツツジ +, アクシバ +, (G) チマキザサ 5, ショウジョウバカマ 2, コシアブラ +, シノブカグマ +, ツルリンドウ +
47	ヒノキ (天然) 5 <i>C. obtusa</i> (natural)	(Ds) ヒバ 3, (Sh) クロソヨゴ 3, シロモジ 1, ナガバノヤマグルマ +, トネリコ +, サワダツ +, コブシ +, (G) ツルアリドウシ 2, キイチゴ +, ハイシキミ +, コミネカエデ +, イノデ +
48	ブナ (天然) 5 <i>Fagus crenata</i> (natural)	(Sh) ブナ 2, ムシカリ 1, ノリウツギ 1, (G) チマキザサ 3, チシマザサ 3, オオイワカガミ 2, ムラサキヤシオ 1, ヤマソテツ 1, シノブカグマ 1
49	ブナ (天然) 5 <i>F. crenata</i> (natural)	(Ds) ブナ 3, (Sh) クロモジ 3, ムシカリ 2, ヤマモミジ 2, (G) チマキザサ 3, オオイワカガミ 3, エゾユズリハ 2, シノブカグマ 1, ツルシキミ 1
50	アカマツ (天然) 5 <i>Pinus densiflora</i> (natural)	(Ds) クリ 2, ヤマザクラ 1, ヤマウルシ 1, コシアブラ 1, (G) ミヤコザサ 5, ヒカゲスゲ +, ベニバナイチヤクソウ +, ウグイスカグラ +
51	カラマツ (植栽) 5 <i>Larix kaempferi</i> (planted)	(Ds) ヒノキ (植栽) 2, (Sh) クリ 1, ノリウツギ +, ヤマガシユウ +, (G) ゴヨウアケビ 2, サルトリイバラ 1, シロバナノヘビイチゴ +, アブラススキ +, スイカズラ +
34	ケヤキ (植栽) 5 <i>Zelkova serrata</i> (planted)	(Ds) コナラ 3, (Sh) ミズキ 3, サンショウ 2, アブラチヤン 2, ミヤマウグイスカグラ 2, コゴメウツギ 2, ウワミズザクラ 2, (G) モミジガサ 2, クサボタン 2, ゴヨウアケビ 1, シロヤマギク 1, モミジイチゴ 1

第 3 表 断 面 形 態

Table 3. Description of profile

断面 番号 Prof. No.	土壌型 Type of soil	層 位 Layer or horizon	厚 さ Thick- ness (cm)	色 Color	推移状態 Defini- tion of bound- ary	土性 Tex- ture	構 造 Structure	堅密度 Com- pact- ness	石 礫 Stone (size, quantity)	根系 Root
46	PW-i-1	A ₀	L: 1 cm, F: 2 cm, H: 6 cm, blackish brown, greasy, H-A: 5 cm, brownish black, greasy							
		A ₂	6	pale gray	C	S L	massive	3	small, 2	3
		B ₁	7	orange, brown	G	C L	massive	3	medium, 3	1
		B ₂	10+	yellowish brown		CL(G)	massive	4	large, 4	—

断面 番号 Prof. No.	土壌型 Type of soil	層位 Layer or horizon	厚さ Thick- ness (cm)	色 Color	推移状態 Defini- tion of bound- ary	土性 Tex- ture	構造 Structure	堅密度 Com- pact- ness	石礫 Stone (size, quantity)	根系 Root
47	PDIII	A ₀	L: 1 cm, F: 2 cm, H: 8 cm, blackish brown, granular							
		A	5	dark grayish brown	C	SiL	crumb, nutty	2	—	3
		B ₁	12	reddish brown	G	CL	massive	3	medium, 2	2
		B ₂ -C	10+	yellowish brown		CL	massive	3	medium, large, 3	—
48	PDIII	A ₀	L: 3 cm, F ₁ : 5 cm, F ₂ : 5 cm, H: 7 cm, violescent black, powdery-crummy, H-A: 3 cm, black, crummy							
		A	20	dark brown	G	SL	granular	3	small, medium, 1	3
		B ₁	15	(reddish) brown	G	SL	granular, blocky	3	medium, large, 3	2-1
		B ₂ -C	10+	pale yellow	G	G	—	3	medium, large, 4	—
49	B _D (d) [PMIII]	A ₀	L: 3 cm, F: 3 cm, H-A: 10 cm, black, crummy							
		A	8	dark brown	G	SL	granular, nutty	2-3	small, 1	3-2
		(A)-B ₁	10	grayish brown	C	SL	granular, nutty	3	small, 1	2
		B ₂	20+	yellowish brown		SL	massive	4	small, large, 1	1
50	B _L D	A ₀	L: 1 cm, F ₁ : 1 cm, F ₂ : 2 cm							
		A ₁	5	black	G	L	crumb	1	—	4
		A ₂	12	black	C	L	crumb-massive	2	—	2
		A ₃	16-20	brownish black	C	CL	massive	2	—	2-1
		(A)-B ₁	30	dark yellowish brown	S	CL	massive	3	small, 1	1
		B ₂	10+	yellowish brown		SiL	massive	3	small, 1	—
51	B _L D	A ₀	L: 1 cm, F: 2 cm							
		A ₁	9-11	black	G	L	crumb	1	—	5
		A ₂	10	black	G	L	crumb-massive	2-3	—	4-3
		A ₃	10-15	grayish black	G	L	massive	2	small, 2	2
		(A)-B ₁	20	dark yellowish brown	C	SiL	massive	3	small, 2	1
		B ₂	10+	yellowish brown		SiL	massive	3	medium, large, 2	—
34	B _L D	A ₀	L: 2-3 cm, F: 0.5-1 cm							
		A ₁	5-8	(brownish) black	C	SL	crumb	1	pumice, 3	4
		A ₂	7-10	black	C	SL	massive	2	pumice, 3	3-2
		(B)-C	10	pale yellowish brown	C	G	—	3	pumice, 4	—

Remarks.

Definition of boundary (推移状態)

S: sharply defined (明), C: clearly defined (判), G: gradually merging (漸).

Compactness (堅密度)

1: soil aggregates bound loosely (鬆), 2: soil aggregates bound densely and firmly (軟), 3: soil aggregates bound compactly (堅), 4: soil aggregates bound very compactly (すこぶる堅).

Stone (quantity) (石礫, 量)

4: very abundant, 3: abundant, 2: frequent, 1: occasional.

Root (根系)

5: very abundant, 4: abundant, 3: frequent, 2: occasional, 1: rare.

III 実験方法

A. 化学的性質

分析方法はいずれも筆者の以前の報告¹¹⁾と同様である。ただし置換性石灰は N KCl 浸出液 (置換酸度用) を用い、シュウ酸法によつて定量した。また有機物層の pH は 1:5 倍量の水を用いた。

B. 有機物組成

WAKSMAN および STEVENS 法⁵²⁾を用いて、Alcohol-benzol、温水、2% HCl および 80% H₂SO₄ 可溶物、および 80% H₂SO₄ 不溶物に区分して、各 fraction の C および N 含有量を求めた。

Alcohol-benzol 可溶物中の C 含有量は TJURIN 法³⁹⁾にしたがつて可溶物重量を 0.72 倍して算出し、他の fraction の C および N 含有量は TJURIN 法および KJELDAHL 法を用い、それぞれ各 fraction の抽出残渣について残渣重量とともに定量し、もとの試料あたりの percentage に換算して示した。

また 2% HCl および 80% H₂SO₄ 可溶物については、micro BERTRAND 法を用いて還元糖を定量し、これを 0.9 倍して Hemicellulose および Cellulose 含有量をそれぞれ算出した。Lignin 態 C 含有量は 80% H₂SO₄ 不溶物中の N を蛋白態と見なし、蛋白質の C 含有率を 50% と見なして、不溶物全 C 含

第 4 表 鉱質土層の化学的性質

Table 4. Chemical properties of mineral soil

(On oven-dry basis)

断面番号 Prof. No.	土壌型 Type of soil	層位 Horizon	深さ Depth from surface (cm)	炭素 Carbon (%)	窒素 Nitrogen (%)	C-N 率 C-N ratio	pH (H ₂ O) (1:2.5)	置換酸度 Exch. acidity (Y ₁)	置換性 Ca Exch. Ca (m.e./100g)
46	PWi-I	A ₂	15—19	3.96	0.21	18.8	4.00	56.1	0.57
		B ₁	21—25	2.94	0.19	15.4	4.40	74.4	0.33
		B ₂	28—35	1.71	0.12	14.2	4.50	48.7	0.11
47	PDIII	A	12—15	7.45	0.44	16.9	3.90	31.8	0.74
		B ₁	18—25	2.95	0.15	19.6	4.20	32.0	0.14
48	PDIII	H-A	21—23	38.2	1.82	21.0	3.70	60.6	0.75
		A	25—35	13.8	0.55	25.0	4.20	78.1	0.27
		B ₁	45—55	8.14	0.37	22.0	4.90	29.9	0.24
49	B _D (d) [P _{MIII}]	H-A	8—14	41.4	1.60	25.9	3.90	57.2	2.96
		A	17—23	18.4	0.89	20.6	5.05	37.8	0.24
		(A)-B ₁	25—32	12.5	0.56	22.3	5.00	12.4	0.18
50	B _D	A ₁	6—9	12.0	0.71	16.9	5.45	2.3	3.95
		A ₂	11—20	6.60	0.46	14.3	5.45	1.5	2.30
		A ₃	24—34	5.71	0.44	12.9	5.65	0.7	1.69
		(A)-B ₁	42—52	1.98	0.18	11.0	5.80	0.3	2.00
		B ₂	73—80	1.19	0.14	8.5	5.70	0.3	2.66
51	B _D	A ₁	4—10	14.0	1.06	13.2	5.80	0.9	8.43
		A ₂	14—20	11.9	0.88	13.5	5.70	1.0	4.45
		A ₃	25—34	11.5	0.70	16.4	5.75	0.5	4.01
		(A)-B ₁	38—48	9.67	0.61	15.8	5.85	0.4	3.28
		B ₂	58—64	2.82	0.20	14.1	6.00	0.3	2.66
34	B _D	A ₁	5—10	5.54	0.41	13.5	5.80	1.0	7.83
		A ₂	14—20	4.28	0.39	11.0	5.55	4.8	1.88

Remark: Exch. Ca was determined on the N KCl solution in 2.5 part after shaking for 1 hour.

第 5 表 A₀ 層における
 Table 5. Approximate organic

断面 番号 Prof. No.	土壌型 Type of soil	層 位 Layer	pH (H ₂ O) (1:5)	全 Total			Alcohol-benzol soluble matter		Hot water soluble matter		
				C	N	C-N ratio	Total	C	C	N	C-N ratio
46	PWi-I	L	4.75	59.5	1.31	45.4	17.3	12.5	2.9	0.10	29.0
		F	4.60	42.6	1.27	33.5	7.6	5.5	2.1	0.08	26.3
		H	4.20	45.0	1.81	24.7	6.3	4.5	2.5	0.11	22.7
		H-A	3.95	34.1	1.50	22.7	6.2	4.5	1.8	0.11	16.3
47	P _{DM}	L	4.90	58.0	1.36	42.6	15.6	11.2	2.5	0.11	22.7
		F	5.00	50.8	1.28	39.7	7.2	5.2	2.0	0.08	25.0
		H	4.00	40.0	1.66	24.1	5.5	4.0	2.6	0.11	23.6
48	P _{DM}	L	5.30	50.0	0.75	67.8	8.5	6.1	3.7	0.02	185
		F ₁	3.65	51.4	1.48	34.8	5.4	3.9	2.8	0.09	31.1
		F ₂	3.50	46.9	1.63	28.8	4.9	3.5	2.9	0.09	32.2
		H	3.60	44.6	2.09	21.8	6.1	4.4	2.8	0.16	17.8
		H-A	3.70	38.2	1.82	21.0	4.4	3.2	2.3	0.11	20.9
49	B _D (d) [P _{MM}]	L	5.45	50.7	0.81	62.7	11.1	8.0	2.7	0.03	90.0
		F	3.80	47.7	1.85	25.8	6.3	4.5	1.3	0.09	14.4
		H-A	3.90	41.4	1.60	25.9	3.3	2.4	2.0	0.09	22.2
50	B _{ld}	L	3.95	58.7	0.35	168	21.1	15.2	3.8	0.05	76.0
		F ₁	5.05	50.0	1.12	44.6	9.2	6.6	2.4	0.09	26.6
		F ₂	4.80	45.3	1.23	36.8	6.2	4.5	2.5	0.08	31.2
51	B _{ld}	L	5.30	53.9	0.55	98.0	13.1	9.4	4.1	0.05	82.0
		F	5.80	44.3	1.94	22.8	3.6	2.6	2.4	0.15	16.0
34	B _{ld}	L	5.05	45.7	0.92	46.7	7.4	5.3	3.2	0.09	35.8
		F (May)	6.00	41.4	1.52	27.6	1.8	1.3	4.3	0.09	47.7
		F (Aug.)	5.90	32.7	1.35	24.2	1.5	1.1	1.3	0.09	14.4
		F (Nov.)	5.95	35.6	1.72	20.7	5.0	3.6	1.8	0.05	36.0

有量から差し引いて算出した。Lignin 含有量は Lignin の C 含有率を 63% として、Lignin 態 C 含有量から算出した。

Ⅳ 結 果

分析結果は第 4 および 5 表に示すごとくである。

Ⅴ 考 察 (1) — 鈹質土層ならびに有機物層の化学的性質

A. 鈹 質 土 層

Prof. 46~49 は落葉の分解の不良な Mor 型土壌に属し、いずれも Podzol 化土壌 (Prof. 49 は B₁ 層

有機物の近似的組成
matter composition of A₀ layer

(Per cent on oven-dry basis)

2% HCl soluble matter					80% H ₂ SO ₄ soluble matter					80% H ₂ SO ₄ insoluble matter				
C	N	C-N ratio	Hemi-cellulose	C in hemi-cellulose	C	N	C-N ratio	Cellulose	C in cellulose	C	N	C-N ratio	Lignin	C in lignin
10.5	0.50	21.0	12.3	5.5	6.6	0.20	33.0	12.1	5.4	27.0	0.51	52.9	40.3	25.4
9.0	0.50	18.0	9.8	4.4	5.3	0.29	18.2	5.7	2.5	20.7	0.40	51.7	30.7	19.4
11.1	0.73	15.2	12.2	5.4	4.2	0.44	9.5	4.1	1.8	22.7	0.54	42.0	33.3	21.0
7.9	0.60	13.1	7.1	3.2	2.2	0.33	6.6	1.6	0.7	17.7	0.46	38.4	25.8	16.3
11.6	0.45	25.7	12.9	5.7	5.7	0.32	17.3	10.3	4.6	27.0	0.48	56.2	40.4	25.5
10.1	0.49	20.4	12.5	5.6	6.6	0.26	25.3	6.3	2.8	26.9	0.45	59.7	40.4	25.5
7.4	0.62	11.9	10.1	4.5	3.7	0.34	10.3	2.5	1.1	22.3	0.59	37.7	32.5	20.5
8.8	0.22	40.0	16.9	7.5	7.1	0.10	71.0	12.8	5.7	24.3	0.41	59.2	36.5	23.0
9.9	0.54	18.3	14.4	6.4	6.4	0.29	22.0	5.4	2.4	28.4	0.56	50.7	42.2	26.6
8.5	0.38	22.3	12.2	5.4	4.3	0.53	8.1	6.3	1.8	27.7	0.63	43.9	40.7	25.7
5.7	0.83	6.8	9.5	4.2	5.2	0.39	13.3	0.9	0.4	26.5	0.71	37.3	38.5	24.3
6.7	0.79	8.4	>0.3	>0.1	4.0	0.39	10.2	>0.3	>0.1	22.0	0.53	41.5	32.2	20.3
9.1	0.25	36.4	16.7	7.4	7.3	0.11	66.3	14.9	6.6	24.0	0.42	57.1	36.8	23.2
9.5	0.77	12.3	17.1	7.6	7.2	0.44	16.3	4.1	1.8	25.2	0.55	45.3	37.3	23.5
10.8	0.51	21.1	>0.3	>0.1	3.1	0.32	9.6	>0.3	>0.1	23.2	0.68	34.1	33.4	21.1
9.4	0.10	94.0	16.5	7.3	6.6	0.05	132	12.6	5.6	23.7	0.15	158	36.8	23.2
9.5	0.43	22.0	15.0	6.7	6.9	0.21	32.3	8.2	3.6	24.6	0.39	63.0	37.1	23.4
9.0	0.51	17.3	11.5	5.1	6.2	0.27	22.9	5.9	2.6	23.1	0.37	62.4	34.7	21.9
9.8	0.21	46.6	13.9	6.2	6.5	0.10	65.0	12.1	5.4	24.1	0.19	126	37.3	23.5
8.8	0.64	13.7	11.4	5.1	6.2	0.38	16.3	4.7	2.1	24.3	0.77	31.3	34.7	21.9
9.0	0.37	24.3	18.0	8.0	10.1	0.11	9.1	12.6	5.6	18.1	0.35	51.7	26.9	17.0
7.8	0.47	16.3	15.8	7.0	4.0	0.37	10.1	5.2	2.3	24.5	0.59	41.5	36.0	22.7
7.4	0.54	13.7	7.2	3.2	6.0	0.23	26.0	1.1	0.5	16.9	0.49	34.4	24.4	15.4
10.8	0.44	24.5	12.6	5.6	2.8	0.58	4.9	>0.3	>0.1	16.6	0.65	25.5	23.1	14.6

における鉄、アルミの集積は肉眼的にはとくに明りようではないが)である。これらの土壌の鉱質土層の化学的性質は、Prof. 47 の P_{DM} 型土壌の C-N 率が A および B₁ 層ともに比較的小さいこと、また Prof. 46 の P_{Wi-I} 型土壌の A₂, B₁ および B₂ 層の C-N 率が小さく P_M 型土壌 (適潤性ポドゾル)¹¹⁾ と同様の価を示している以外は、筆者の以前の報告^{11) 12)} とほぼ同様の傾向を示している。

落葉の分解の良好な Mull 型土壌に属する Prof. 50, 51 および 34 はいずれも B_h 型土壌であつて、置換性 Ca に富む Type¹¹⁾ に属する。その鉱質土層の化学的性質は筆者の以前の報告^{11) 12)} とほぼ同様の傾向を示している。

Prof. 50 および 51 は以前に報告した浅間山麓の黒斑熔岩地区に位置し¹²⁾、また Prof. 34 も同様に浅間山の噴出物を母材としている¹²⁾。これらの土壌がわが国の森林土壌としてはとくに pH が高く、また置

換性 Ca に富むことは塩基性の火山噴出物の影響によるものであろう¹²⁾。

B. 有機物層

a) pH

供試試料の有機物層における各層位間の pH の変化は、全般的には Mor および Mull 両腐植型において明りような相違を示しているといえよう。すなわち Mor 型腐植においては分解が進むにつれて pH の低下がいちじるしいが、これに対して Mull 型腐植においては pH の明りような上昇を示している点が注目される。

しかしながら、Mor 型腐植に属するヒノキおよびブナ林において、次のような相違が見られたことは樹種の影響にもとづくものといえよう。すなわち、ブナ林の場合には L 層（落葉）は比較的高い pH を示していたにもかかわらず、F 層においてはいちじるしい pH の低下を示し、F (F₁ および F₂)、H ないし H-A 層間の pH の変化は僅少であつて、F 層以下はいずれも強酸性を呈していた。これに対してヒノキ林では L 層の pH はブナ林より低かつたが、L および F 層間の pH の変化は僅少で、H および H-A 層に至つて明りような pH の低下を示していた。

このような両樹種間に見られる相違は落葉の組織の相違にもとづくものではないかと推定される。すなわち厚く強固な組織を有するヒノキ落葉は、柔軟な組織を有するブナ落葉に比べて、分解の初期において土壤微生物の分解活動に対して、より大きな抵抗力を有するのではないかと推定される。この点は次に述べる C-N 率についても、F 層の C-N 率を L 層と比較すると、ブナ林では急激な減少を示したのに対して、ヒノキ林では減少の度合いがゆるやかであつたこと、さらに野外の観察においても、ブナ林の F 層は相当細かく破碎されていたのに対して、ヒノキ林では比較的原形を保つていたことから裏書きされるように思われる。

落葉の pH の分解におよぼす影響について、COILE⁹⁾ は落葉の pH は樹種によつて異なり、また分解にともなつて生成される腐植型は落葉の pH によつて支配されるという。すなわち落葉の pH の高い場合には Mull 型腐植を、pH の低い場合には Mor 型の腐植を生ずるとした。しかしながら筆者の結果では、落葉の pH と分解過程ならびに生成される腐植型との間には関連性を認め難かつた。なぜならば供試試料中 L 層の pH のもつとも高いブナ林 (pH 5.30~5.45) では Mor 型の腐植を生じ、pH のもつとも低いアカマツ林 (pH 3.95) では Mull 型の腐植が生成されたこと、またさらに pH 5.05 のケヤキ林においてももつとも速い分解が行なわれていたこと等の諸点は、落葉の pH はその後の分解過程に影響をおよぼすとはいひ難いように思われる。

b) C-N 率

供試試料の L 層の C-N 率は樹種による相違が大きく、またアカマツおよびカラマツとくに前者一は大きい値を示していた。また有機物層の各層位間の C-N 率の変化は、いずれも分解が進むにつれて下層ほど減少を示していた。ヒノキ林においては L、F、H および H-A 層の順に C-N 率の漸減が見られたが、他の林地においては Mor および Mull いずれの腐植型においても、L 層に比べて F 層では急激な低下を示したが、しかし Mor 型土壤における F 層以下の各層位間の減少はゆるやかであつた。また Mull 型土壤に属するケヤキ林の F 層では、5 月においては L 層に比べて明りような減少を示し、その後 8 月および 11 月における季節的な変化は僅少であつた。

植物遺体（落葉）の C-N 率が分解過程におよぼす影響については、すでに多数の研究者によつて論じ

られているが、必ずしも一致した傾向を示していない。

WAKSMAN^{43) 44)}, STARKEY³⁵⁾, HILL⁷⁾, WHITING⁶¹⁾, JENSEN⁸⁾, MELIN¹⁹⁾, 大政および森²³⁾, BROADFOOT および PIERRE²⁾, MATTSON ら^{17) 18)}, WITTICH⁶²⁾ はいずれも C-N 率が植物遺体の分解を支配する重要な因子であることを認め、¹⁾ 全般的には C-N 率の小さいほど分解が速い傾向が見られることを明らかにしている。

WITTICH⁶²⁾ は Mull 型土壌における野外の分解試験の結果から、C-N 率 30 以下の広葉樹落葉では分解が速いが、²⁾ 広葉樹落葉でも C-N 率 30 以上では分解がおそく、さらに C-N 率の大きい針葉樹落葉では分解がもつともおそいことを明らかにした。

その他 N 含有量と植物遺体の他の成分との関連性が分解におよぼす影響について、WAKSMAN および TENNEY⁶³⁾ は N および水溶性物質の多いほど分解が速く、Lignin 含有量の大きいほど分解がおそいとした。また LAATSCH¹³⁾ は林木落葉の N および 塩基含有量は分解過程と関連性を示し、これらの成分と Lignin 含有量の多少はある程度まで分解に関連性を示すとして、同様の見解を示している。

このような見解に対して、C-N 率の分解におよぼす影響について否定的な見解も一部の研究者によって示されている。すなわち COILE⁴⁾ は森林土壌において落葉の C-N 率の大小は必ずしも分解過程の良否と関連性を示さないとし、また MELIN¹⁹⁾ も室内実験の結果から、落葉の N 含有量の分解におよぼす影響は、同じ樹種については N 含有量の大きいほど分解が速いが、樹種が異なる場合には明りょうな関連性が認められないことを指摘し、厳密な意味では N 含有量 (C-N 率) は分解の制限因子にならないとした。さらに TENNEY および WAKSMAN⁶⁷⁾ も植物遺体が N に乏しい場合は、N 含有量は分解を支配する重要因子となりうるが、N 含有量は必ずしもすべての場合に分解速度を支配する制限因子にはなり得ないとしている。

供試試料については、落葉の C-N 率のもつとも大きいアカマツ林およびこれに次ぐカラマツ林では Mull 型の腐植を生じ、また C-N 率の小さいヒノキおよびブナ林において Mor 型の腐植を生じている点から見て、落葉の C-N 率は分解過程および生成される腐植型との間に関連性を見いだし難いように思われる。

しかしながら、近接した地域において出現地形の異なる Prof. 48 および 49 のブナ天然生林を比較すると、Prof. 49 の Bd(d) [Pmm] 型土壌は Prof. 48 の Pdm 型土壌に比べて落葉の C-N 率は小さく、また pH も高かった。これらの両者間の相違はとくに顕著なものとはいえないが、両断面の鉱質土層の化学的性質の相違と関連性を示しているように思われる。これらのブナ林における落葉の分解過程は、断面形態に示されるように、C-N 率が小さく pH の高い Bd(d) [Pmm] 型土壌の方が、Pdm 型土壌より良好なことを示していた。しかしながらこの点は両林地の出現地形の相違によつて、Bd(d) [Pmm] 型土壌は Pdm 型土壌より良好な水分環境におかれていることも考慮に入れなければならないであろうと思われる。したがって上記の諸研究者の指摘するように、落葉の pH および C-N 率の影響のみによるものとは考え難い。

筆者は自然条件下においては、上述のブナ林の場合に見られるように、近接地域の同じ樹種、同じ樹齢の場合には、落葉の C-N 率、pH は地形にもとづく水分環境の相違、さらに地形の変化にともなう鉱質土層の化学的性質の相違とも相互に関連しあつて、落葉の分解過程にある程度の影響をおよぼすように思われる。しかしながら地域および樹種の異なる場合には、これらの因子が分解過程に必ずしも関連性を示

さないことは、むしろ気候、立地条件、樹種の相違等の方がさらに大きな影響をおよぼすのではないかと推察される。

Ⅵ 考 察 (2)—有機物の近似的組成および分解過程における変化

供試試料の有機物の近似的組成および分解過程における有機物組成の変化は、第 5 表によつて明らかであるが、さらに有機物各 fraction 相互間の消長、および分解に対する抵抗力等の相対的な関係を明示するために、各 fraction の C および N 含有量の有機物全 C および全 N 含有量に対する Percentage を第 6 および第 7 表に示した。

第 6 表 各 fraction の炭素含有量の比
Table 6. Ratio of carbon content of each fraction
(Per cent on total carbon basis)

Prof. No.	Type of soil	Layer	Alcohol-benzol soluble	Hot water soluble	2% HCl soluble	Hemi-cellulose	80% H ₂ SO ₄ soluble	Cellulose	80% H ₂ SO ₄ insoluble	Lignin
46	PWi-I	L	21.0	4.9	17.6	9.2	11.1	9.1	45.4	42.7
		F	12.9	4.9	21.1	10.3	12.4	5.9	48.6	45.5
		H	10.0	5.6	24.7	12.0	9.3	4.0	50.4	46.7
		H-A	13.2	5.3	23.2	9.4	6.5	2.1	51.9	47.8
47	PDIII	L	19.3	4.3	20.0	9.8	9.8	7.9	46.6	44.0
		F	10.2	3.9	19.9	11.0	13.0	5.5	53.0	50.2
		H	10.0	6.5	18.5	11.3	9.3	2.8	55.8	51.3
48	PDIII	L	12.2	7.4	17.6	15.0	14.2	11.4	48.6	46.0
		F ₁	7.6	5.4	19.3	12.5	12.5	4.7	55.3	51.8
		F ₂	7.5	6.2	18.1	11.5	9.2	3.8	59.1	54.8
		H	9.9	6.3	12.8	9.4	11.7	0.9	59.4	54.5
		H-A	8.4	6.0	17.5	>0.3	10.5	>0.3	57.6	53.1
49	B _D (d) [P _{MIII}]	L	15.8	5.3	17.9	14.6	14.3	13.0	47.3	45.8
		F	9.4	2.7	19.9	15.9	15.1	3.8	52.8	49.3
		H-A	5.8	4.8	26.1	>0.2	7.5	>0.2	56.0	51.0
50	B _L D	L	25.9	6.5	16.0	12.4	11.2	9.5	40.4	39.5
		F ₁	13.2	4.8	19.0	13.4	13.8	7.2	49.2	46.8
		F ₂	9.9	5.5	19.9	11.3	13.7	5.7	51.0	48.3
51	B _L D	L	17.4	7.6	18.2	11.5	12.1	10.0	44.7	43.6
		F	5.9	5.4	19.9	11.5	14.0	4.7	54.9	49.4
34	B _L D	L	11.6	7.0	19.7	17.5	22.1	12.3	39.6	37.2
		F (May)	3.1	10.4	18.8	16.9	9.7	5.6	59.2	54.8
		F (Aug.)	3.4	4.0	22.6	9.8	18.3	1.5	51.7	47.1
		F (Nov.)	10.1	5.1	30.3	15.7	7.9	>0.3	46.6	41.0

植物遺体の有機物組成の分解過程におよぼす影響、および有機物各 fraction の分解速度（分解に対する抵抗力）等については、すでに多くの研究が行なわれている。

第7表 各 fraction の窒素含有量の比
Table 7. Ratio of nitrogen content of each fraction

(Per cent on total nitrogen basis)

Prof. No.	Type of soil	Layer	Hot water soluble	2% HCl soluble	80% H ₂ SO ₄ soluble	80% H ₂ SO ₄ insoluble
46	PW _I -I	L	7.6%	38.2%	15.3%	38.9%
		F	6.3	39.4	22.8	31.5
		H	6.0	40.1	24.2	29.7
		H-A	7.3	40.0	22.0	30.7
47	PD _{III}	L	8.1	33.1	23.5	35.3
		F	6.3	38.3	20.3	35.2
		H	6.6	37.3	20.5	35.5
48	PD _{III}	L	2.7	29.3	13.3	54.7
		F ₁	6.1	36.5	19.6	37.8
		F ₂	5.5	23.3	32.5	38.7
		H	7.7	39.7	18.7	34.0
		H-A	6.0	43.4	21.4	29.1
49	B _D (d) [P _{MM}]	L	3.7	30.8	13.5	51.8
		F	4.9	41.6	23.8	29.7
		H-A	5.6	31.9	20.0	42.5
50	B _{LD}	L	14.3	28.6	14.3	42.9
		F ₁	8.0	38.4	18.8	34.8
		F ₂	6.5	41.5	22.0	30.1
51	B _{LD}	L	9.1	38.2	18.2	34.5
		F	7.7	33.0	19.6	39.7
34	B _{LD}	L	9.8	40.3	12.0	38.1
		F (May)	5.9	30.9	24.3	38.8
		F (Aug.)	6.7	40.0	17.0	36.3
		F (Nov.)	2.9	25.6	33.7	37.8

TENNEY および WAKSMAN³⁷⁾ は好氣的な条件下における植物遺体の分解速度と性質は、1) 冷水可溶物含有量、2) Hemicellulose と Cellulose の含有量、3) N 複合体の性質と含有量、4) Lignin 含有量等によつて支配されることを明らかにした。また植物遺体の分解に際して、全般的な傾向としては水溶性物質がもつとも早く消失し、次に Pentosan, Hemicellulose, Cellulose 等の多糖類が消費され、Lignin がもつとも抵抗力が大きいことは、WAKSMAN 一派^{37) 38) 50) 54) 55) 56) 57)} の広範な研究によつて示されているが、その他 REGE²⁹⁾, STURGIS³⁰⁾, NORMAN および JENKINS²²⁾, 大政および森²³⁾, KARIM¹⁰⁾, 堤⁴⁰⁾ の結果もほぼ同様の傾向を示している。しかしながら、これらの諸氏の結果は細部については必ずしも一致した傾向を示しているとはいひ難い。この点は実験条件の相違、分解に関与する微生物による一部の fraction の再合成、各有機物 fraction を構成している個々の化合物の分解に対する抵抗力の相違、植物遺体の種類の相違にもとづく各 fraction 中の個々の化合物の含有量の相違等が、おもな原因をなしているものと考えられる。

供試した落葉の有機物組成を比較すると、全般的には広葉樹落葉（ブナ、ケヤキ）は針葉樹落葉（ヒノキ、アカマツ、カラマツ）に比べて、Alcohol-benzol 可溶物含有量が少なく、Hemicellulose および Cellulose 含有量がやや多かつたが、その他の fraction の相違は明りようではなかつた。しかしながら樹種別に比較すると、ヒノキ落葉では水溶性物質含有量がやや少なく、2% HCl 可溶物中の Hemicellulose の占める割合がやや小さかつた。またアカマツおよびケヤキ落葉では Lignin 含有量が多少小さく、さらにケヤキ落葉の 80% H_2SO_4 可溶物中の Cellulose の占める割合が小さかつたことが注目される。

有機態 C によつて示される有機物各 fraction の含有率は、各林地の各層位は全般的にはいずれも 80% H_2SO_4 不溶物をもつとも大きく、2% HCl 可溶物、80% H_2SO_4 可溶物の順にこれに次ぎ、これらの fraction が有機物組成中主要な地位を占め、水溶性物質は少なかつた。Alcohol-benzol 可溶物は上述のように樹種による相違が大きかつたが、いずれの林地においても F 層以下の各層位では明りような減少を示していた。

N の分布も C とほぼ同様の傾向を示し、80% H_2SO_4 不溶および 2% HCl 可溶 N が多く、80% H_2SO_4 可溶 N がこれに次ぎ、水溶性 N は少なかつた。

有機物各 fraction の植物遺体の分解におよぼす影響、分解過程における消長、および分解に対する抵抗力等を、各 fraction 別に考察すると次のごとくである。

A. Alcohol-benzol 可溶物

WAKSMAN⁴⁵⁾ は一般に Fat および Wax は植物遺体の他の成分の分解を阻害する傾向を示すことを指摘している。WAKSMAN および TENNEY^{55) 58)} はマツおよび Oak の葉、Barley straw は Ether 抽出物を除くことによつて、分解がいくぶんか速められることを認め、また COILE⁴⁾ も Ether 可溶物含有量の大きい落葉は分解が阻害されることを指摘している。

これに対してこの fraction の分解阻害作用を否定する結果も少なくない。上述の WAKSMAN および TENNEY⁵⁵⁾ は Ether 可溶物除去による分解促進効果を Alfalfa については否定した。また MELIN⁴⁹⁾ も *Pinus strobus* と *Betula papyrifera* の落葉（N 含有量はほぼ同じ）は Ether-alcohol 抽出物にいちじるしい相違が見られるにもかかわらず、分解速度に相違が見られないことから、この fraction の分解阻害作用を否定している。同様に梶⁴⁰⁾ もアカマツおよびスギの落葉は Ether 抽出物を除いても分解速度に変化が認められないために、直接の阻害作用は認め難いが、この fraction を添加した場合には初期の分解を阻害する傾向が認められるという。

これらの上述の諸氏の結果は、いずれも CO_2 発生量によつて植物遺体の分解速度の測定が行なわれているために、比較的短期間の分解に限られ、かつこの fraction 自体の分解の難易についての知見は得難い。

Alcohol-benzol（または Ether-alcohol）可溶物中には化学的組成の異なる種々の化合物が含まれるために、植物遺体の種類によつて当然その組成が異なり、したがつてそれらの分解過程がいちじるしく異なること、およびその一部の成分が難分解性であることは、次のことから帰納されよう。

芝本および中島³²⁾ は針葉樹林の A₀ 層の各層位の有機物組成について、Ether, Alcohol 抽出物の含有量は、その分解の前後にはほとんど差異がないことを明らかにし、また TENNEY および WAKSMAN³⁷⁾ は Rye straw のこの fraction は分解され難いとしている。これに対して同氏ら³⁷⁾ は Alfalfa および Corn stalk では Ether 可溶物が急速に分解することを認め、また PHILLIPS, WIEHE および SMITH²⁵⁾ は Corn

stalk, Oat hull, Corn cob および Wheat straw の分解に際して, Alcohol-benzol 抽出物が急速に消失することを明らかにした。さらに NEMEC²⁰⁾, SPRINGER および LEHNER^{23) 24)} も同様にこの fraction が分解されやすいことを報告し, 大政および森²⁵⁾ は各種の落葉の分解に際して, Ether, alcohol 抽出物の分解に対する抵抗力は Lignin に比べるとよほど弱く, Cellulose より急速に分解する場合もあることを明らかにした。WAKSMAN および STEVENS²⁶⁾ は Low moor において, 一部の Ether 可溶物は急速に分解するが, Wax および Resin は緩慢な分解過程をたどることを認めている。

供試試料における Alcohol-benzol 可溶物含有量は, 各断面いずれも第 5 表に示すように L 層に比べて F 層ないし Mor 型土壌における H および H-A 層では明りように減少を示していた。しかしながら F₁ および F₂ 層間, および Mor 型土壌における F, H, H-A 層間では減少の度合いがゆるやかな

第 8 表 Alcohol-benzol 可溶, 温水可溶, Hemicellulose 態および Lignin 態

炭素含有量の Cellulose 態炭素含有量に対する比

Table 8. Ratios of carbon contents of alcohol-benzol soluble fraction, hot water soluble fraction, hemicellulose and lignin to one of cellulose

Prof. No.	Type of soil	Layer	Alcohol-benzol soluble carbon	Hot water soluble carbon	Carbon in hemicellulose	Carbon in cellulose	Carbon in lignin
46	PW _i -I	L	2.30	0.53	1.02	1.00	4.70
		F	2.18	0.81	1.76	1.00	7.76
		H	2.50	2.50	3.00	1.00	11.7
		H-A	6.28	6.28	4.57	1.00	23.3
47	PD _{III}	L	2.44	0.54	1.24	1.00	5.54
		F	1.85	0.70	2.00	1.00	9.11
		H	3.57	2.32	4.09	1.00	18.6
48	PD _{III}	L	1.07	0.64	1.32	1.00	4.04
		F ₁	1.61	1.14	2.67	1.00	11.1
		F ₂	1.97	1.63	3.00	1.00	14.3
		H	11.0	7.00	10.5	1.00	60.8
		H-A	28.0<	20.0<	(1.00)	1.00	203<
49	B _D (d) [P _M III]	L	1.21	0.40	1.12	1.00	3.52
		F	2.47	0.71	4.22	1.00	13.1
		H-A	29.0<	24.0<	(1.00)	1.00	211<
50	B _l d	L	2.72	0.68	1.30	1.00	4.14
		F ₁	1.83	0.66	1.86	1.00	6.50
		F ₂	1.73	0.96	1.96	1.00	8.42
51	B _l d	L	1.74	0.76	1.15	1.00	4.35
		F	1.25	1.14	2.43	1.00	10.4
34	B _l d	L	0.94	0.56	1.43	1.00	3.04
		F (May)	0.55	1.85	3.04	1.00	9.87
		F (Aug.)	2.26	2.66	6.40	1.00	30.8
		F (Nov.)	33.7<	17.0<	56.0<	1.00	146<

場合が多かった。

また第 6 表に見られるように、全 C に対する Alcohol-benzol 可溶 C の比率も同様の事実を示しているが、しかしながら、Mor 型土壌における F 層以下の各層位間の相違は明らかでなく、下層において多少の増大を示す場合も認められた。Mull 型土壌に属するケヤキ林におけるこれらの価の季節的な変化は、分解のもつとも進んだ 11 月において急激な増大を示した点が注目される。

後述のように有機物各 fraction 中 Cellulose の消長は、落葉の分解過程を示す指標と見なしうられるので、主要な有機物各成分の分解過程を明らかにする目的をもつて、Cellulose 態 C 含有量を基準としてこれらの各成分の C 含有量の比較を第 8 表において試みた。

第 8 表における Alcohol-benzol 可溶物についてのこれらの価は、Prof. No. 48 および 49 のブナ林の場合を除くと、各林地はいずれも L 層に比べて F 層では多少の低下を示したが、Mor 型土壌の F 層以下の各層位では F, H, H-A 層の順に増大を示し、また Mull 型土壌に属するケヤキ林の F 層では、5 月には明りような減少を示したが、その後は 8 月、11 月の順に増大を示している。

これらの事実、前述の諸研究者の結果から帰納されるように、Alcohol-benzol 可溶物中に含まれる各成分の分解に対する抵抗力に相違が見られ、一部の成分は容易に分解されるが、他の成分は緩慢な分解過程をたどることを示すように思われる。さらに WAKSMAN⁴⁸⁾、WAKSMAN および TENNEY⁵⁰⁾、内田⁴¹⁾の指摘するように、Alcohol-benzol 可溶物中に Lignin 類似物質ないし Lignin から腐植酸に至る中間生成物が含まれることも、落葉の分解過程の進行にともなつて同時に腐植化過程の進行することを考慮にいれるならば、Alcohol-benzol 可溶物が上述のような変化を示すことの原因の一部をなしているように思われる。

また落葉中の Alcohol-benzol 可溶 C の含有量および全 C に対する比率は、上述のように樹種による相違が見られるが、これらの価の大小は分解過程および生成される腐植型との間に関連性は見られなかった。さらに落葉中にこの fraction の含有量が多い場合に分解が阻害される傾向があるとはいひ難いように思われた。

B. 水 溶 性 物 質

植物遺体中の水溶性物質含有量の多少が Lignin および N 含有量とともに分解過程に影響することは、WAKSMAN および TENNEY⁵³⁾ によつて指摘されているが、MELIN¹⁹⁾ も水溶性物質 および Lignin について同様の見解を示している。

しかしながら水溶性物質については、冷水可溶物と温水可溶物では分解に際していちじるしい相違が見られるといわれている。

単糖類、アミノ酸および可溶性塩類からなる冷水可溶物は、植物遺体の分解に際して各 fraction 中もつとも容易に分解される。したがつて、この fraction は分解の初期にもつとも急速に分解されるために、初期における分解速度を支配することが WAKSMAN および TENNEY⁵³⁾、MELIN¹⁹⁾、堤⁴⁰⁾、MARTEN および POHLMAN¹⁴⁾ によつて明らかにされている。しかしながら WAKSMAN および TENNEY⁵³⁾ は、この fraction の分解におよぼす影響は分解の初期に限られ、持続的な効果は見られないという。

- これに対して温水可溶物は分解に対する抵抗力が大きいとされており、この点は冷水可溶物と対照的である。この原因として WAKSMAN⁴⁵⁾、WAKSMAN および TENNEY⁵⁰⁾、SPRINGER および LEHNER^{33) 34)} は温水可溶物中には分解に対して抵抗力の大きい Tannin 類似物質を含むことを指摘している。さらに TENNEY および WAKSMAN³⁷⁾ は、分解過程に微生物の菌体構成物質として温水可溶物が再合成されること、およ

び分解に対して抵抗力を示す温水可溶の腐植様物質が再合成されることも、この原因の一部をなすことを明らかにしている。

供試試料については、水溶性物質を冷水および温水可溶物に区分せずに、Alcohol-benzol 抽出残渣の温水抽出だけを行なった。したがって、この fraction 中には冷水可溶物もあわせて含まれる。

温水可溶物中の C および N 含有量、およびこれらの全 C および全 N に対する比率は、第 5、6 および 7 表に示すように、各林地の各層位はいずれも小さく、この fraction は有機物組成において主要な地位を占めるものとはいえない難かった。

温水可溶 C 含有量は第 5 表に示すように、多くの場合下層ほど緩慢な減少を示していたが、全 C に対する比率は第 6 表に示すように、各層位間の変化は一定の傾向が見られなかった。

また第 8 表に示すように、Cellulose 態 C を分解過程を示す指標と見なした場合の、これに対する水溶 C の比率の変化は、各林地いずれも F 層では L 層に比べて明りような増大を示し、さらに Mor 型土壤においては F、H、H-A 層の順に、Mull 型土壤のケヤキ林においても 5 月、8 月、11 月の順に明りような増大を示していた。これらの点は水溶性物質は分解過程の進行にともなつて、相対的に集積することを示しているが、これらの原因は上記諸研究者の指摘するように、この fraction 中の一部の物質が難分解性であること、さらに微生物による再合成によるものと思われる。

温水可溶 N の含有量および全 N に対する比率は、C と同様にいずれの林地においても各層位間の変化は一定の傾向を認め難かった。

温水可溶物の落葉における含有量は、ヒノキ落葉が他の樹種に比べてやや少なかったが、各樹種間ではとくに顕著な相違は見られなかった。またこの fraction 含有量の分解におよぼす影響および分解過程における消長も、各樹種間ではとくに明りような傾向は見だし難かった。

C. 2% HCl 可溶物および Hemicellulose, ならびに 80% H_2SO_4 可溶物および Cellulose

今までの研究においては、2% HCl および 80% H_2SO_4 可溶物中の主要成分と考えられる Hemicellulose および Cellulose がおもな研究対象として扱われてきた。

植物遺体の分解に際して Hemicellulose および Cellulose が、全般的な傾向として容易に分解されることが広く認められていることはすでに述べたが、これらの fraction の分解速度は植物遺体中の N 含有量によつて支配されることが、WAKSMAN 一派^{56) 57) 58) 59)}によつて明らかにされている。すなわち WAKSMAN, TENNEY および DIEHM⁵⁹⁾は、十分な N および無機養分の存在下では Hemicellulose および Cellulose は急速に分解されること、また WAKSMAN および TENNEY⁵⁸⁾は N 含有量の少ない植物遺体では、N の添加によつてこれらの fraction の分解がいちじるしく促進されることを認め、短期間の分解では 30~40:1 の N を必要とすることを明らかにした。

Hemicellulose および Cellulose の分解速度は分解期間によつて異なるとされている。すなわち WAKSMAN および TENNEY⁵⁸⁾, REGE⁵⁹⁾は短期間の分解では Hemicellulose は Cellulose より容易に分解されることを明らかにした。さらに WAKSMAN および TENNEY⁵⁸⁾は長期間の分解では Cellulose は Hemicellulose よりさらに良く分解され、ついには完全に消失することを明らかにしたが、同様の傾向は自然状態における植物遺体の分解においても認められている。すなわち、WAKSMAN, TENNEY および STEVENS⁶⁰⁾は森林土壤において、L 層では Cellulose は Hemicellulose より多いが、F および H 層ではその含有量が逆転していること、また泥炭地においても、表層の未分解の遺体と分解の進んだ泥炭層の間

では、同様の現象が認められることを明らかにしている。

このような両者の分解速度の相違がもたらされる原因として、Hemicellulose 中には難分解性の物質が包含されること、および微生物によつて Hemicellulose が再合成されることがあげられている。TENNEY および WAKSMAN³⁷⁾ は Hemicellulose 中に含まれる物質中、Pentosan は微生物によつて容易に分解されるが、Galactan および Mannan 等の Hexosan が難分解性であることにもとづくとしている。また REGE³⁹⁾ は植物遺体中の Furfurol 生成物質は 2 つの Type の物質を含み、一部は Cellulose より容易に分解されるが、他は分解に対して抵抗力を示すことを明らかにしたが、さらに BRAY および ANDREWS⁴¹⁾ も同様の事実を認めている。このように Hemicellulose の一部が分解に対して抵抗力を示すことは、そのほかに WAKSMAN および TENNEY⁵⁷⁾、WAKSMAN および DIEHM^{48) 49)}、SPRINGER および LEHNER^{33) 34)} によつても認められている。植物遺体の分解過程において微生物の菌体構成物質として、Hemicellulose が再合成されることは SCHMIDT, PETERSON および FRED³¹⁾、ROSE および LISSE³⁰⁾、WAKSMAN および TENNEY^{37) 57)}、WAKSMAN および DIEHM⁴⁷⁾、SPRINGER および LEHNER^{33) 34)} によつて明らかにされている。

これに対して Cellulose は TJURIN⁹⁾ の指摘するように、微生物の菌体構成物質として含まれないことが、Cellulose が植物遺体の長期にわたる分解では完全に消失する理由であると考えられる。

しかしながら Cellulose の分解は Lignin との結合によつて、植物遺体の種類により難易があるとされている。すなわち TENNEY および WAKSMAN³⁷⁾ は、Cellulose は植物遺体中では遊離の状態では存在せず、Lignin と結合して Ligno-cellulose として存在するという。同氏ら⁵⁵⁾はさらに Straw および Alfalfa meal の Cellulose の分解は、Lignin を除去することによつて促進されることを明らかにし、また WAKSMAN および CORDON⁴⁶⁾、堤⁴⁰⁾は植物遺体から抽出した Lignin を Cellulose と混合しても Cellulose の分解は阻害されないが、落葉および林木では Lignin を除去すると Cellulose の分解がいちじるしく促進されることを明らかにして、Ligno-cellulose の存在を推定している。

供試試料については、第 5 表に示すように、2% HCl 可溶 C および Hemicellulose 含有量は、下層に推移する（分解過程の進行）にしたがつて減少を示す場合が多かつた。しかしながら Prof. 48 および 49 のブナ林の H-A 層における Hemicellulose 含有量が、F または H 層に比べてそれぞれ急激な減少を示していた以外は、2% HCl 可溶 C および Hemicellulose の下層に推移するのにもなう減少の度合いは緩慢であつた。

80% H₂SO₄ 可溶 C および Cellulose 含有量も同様に下層に推移するにしたがつて減少を示したが、減少の度合いは前者と異なり明りようであつた。

これらの各 fraction の C 含有量の有機物全 C に対する比率は、第 6 表に示すように、2% HCl 可溶 C および Hemicellulose 態 C が上記のブナ林の H-A 層において急激な減少を示した以外は、あまり明りような変化を示さず、また各断面いずれも各層位間の変化は一定の傾向を見だし難かつた。これに対して 80% H₂SO₄ 可溶 C および Cellulose 態 C の場合は、各断面いずれも下層に推移するにしたがつて明りような減少を示し、前者とは顕著な相違を示していた。

第 8 表について Hemicellulose と Cellulose とを比較すると、次のような明りような相違が見られる。各断面いずれも L 層では Hemicellulose は Cellulose より多少大きい含有量を示していたにすぎないが、F 層における Cellulose に対する Hemicellulose の比率は、いずれの断面においても急激な増大を示し、さらに Mor 型土壌における H、H-A 層の順に、また Mull 型土壌のケヤキ林においては 5 月、

8月, 11月の順に, 分解過程の進行にともなつていちじるしい増大を示していた。ただ例外として上記のブナ林の H-A 層では Hemicellulose が H 層に比べていちじるしい減少を示していたために, これらの傾向は認められなかつたが, これがいかなる理由にもとづくものかは今後の検討にまたなければならない。

このように Cellulose に比べて Hemicellulose の減少が不明りようなことは, 上記の諸研究者の指摘したように, Hemicellulose の一部が分解に対して大きな抵抗力を有すること, および分解過程中に微生物によつて再合成が行なわれるためであろう。これに対して Cellulose は分解過程中に微生物によつて再合成されないこと, および Hemicellulose のように難分解性の多糖類を含まないこと等が, 両者の分解過程における消長の相違のおもな原因をなすものと思われる。

また次に述べる Lignin も微生物によつて再合成されることを考えるならば, Cellulose を除く主要な有機物各 fraction の消長は, いずれも分解過程の進行にともなつて再合成の影響を受けるために, 分解過程の進行を示す指標とはなり難いが, これに対してこのような影響を受けない Cellulose の消長は, 植物遺体の分解過程の進行程度を示す有力な指標になりうるものと思われる。

2% HCl 可溶物および 80% H_2SO_4 可溶物は, L 層では第 9 表に示すようにそれぞれ Hemicellulose および Cellulose が主体をなしていた。しかしながら 2% HCl 可溶物中には Hemicellulose 以外に, Pectin 類や有機酸類等も含まれ, また 80% H_2SO_4 可溶物中には Cellulose 以外の諸成分も含まれる。両 fraction における Hemicellulose および Cellulose とその他の成分との量的な関係を求めるために, 2% HCl および 80% H_2SO_4 可溶 C に対する Hemicellulose および Cellulose 態 C の比率を第 9 表に示した。

2% HCl 可溶 C に対する Hemicellulose 態 C の比率は, L 層においては樹種による相違が見られ, ヒノキ, アカマツおよびカラマツの針葉樹は, ブナおよびケヤキの広葉樹に比べて小さい値を示していたが, とくにヒノキの場合は顕著であつた。これらの比率はケヤキ林の F 層においては, 5月は L 層に比べて変化を示さなかつたが, 8月および 11月は急激な減少を示した。またその他の林地においては, L, F, H-A 層の順に増大を示した Prof. 47 のヒノキ林を除くと, 各林地いずれも F および F 以下の各層位は L 層に比べて減少を示していた。これらの点は落葉の分解が進むにつれて, 2% HCl 可溶部において Hemicellulose 以外の諸成分の占める割合が増大することを示すものといえよう。しかしながら, 分解過程の進行にともなう Hemicellulose の比率の低下の度合いは, ブナ林の H-A 層の場合を除けばいずれもゆるやかであつた。

80% H_2SO_4 可溶 C に対する Cellulose 態 C の比率は, L 層においてはケヤキがいちじるしく低い値を示した以外は, 他の樹種間ではとくに顕著な相違は見られなかつた。これらの比率は F およびそれ以下の各層位では明りような減少を示したが, Mor 型土壤においてはブナ林における低下の度合いは, ヒノキ林よりさらに顕著であつた。またケヤキ林の F 層では 5月は L 層との間に相違が見られなかつたが, 8月および 11月の順に急激な低下を示した。このように 80% H_2SO_4 可溶部においては, 分解過程が進むにつれて Cellulose 以外の諸成分の占める割合の増大することが顕著に認められた。

2% HCl 可溶および 80% H_2SO_4 可溶 N については, 1, 2 の例外を除けば, 全般的には次のような傾向が認められた。すなわち第 5 および 7 表に示すように, 2% HCl 可溶 N は 80% H_2SO_4 可溶 N より多く, また両者いずれも L 層に比べて F 層および F 層以下の各層位では, 含有量および全 N に

第 9 表 Hemicellulose 態炭素の 2% HCl 可溶炭素に対する比および Cellulose 態炭素の 80% H₂SO₄ 可溶炭素に対する比

Table 9. Ratios of carbon content of hemicellulose to one of 2% HCl soluble fraction and of cellulose to of 80% H₂SO₄ soluble fraction

Prof. No.	Type of soil	Layer	2% HCl soluble carbon	Carbon in hemicellulose	80% H ₂ SO ₄ soluble carbon	Carbon in cellulose
46	PWi-I	L	100%	52.4%	100%	81.8%
		F	100	48.9	100	47.2
		H	100	48.6	100	42.9
		H-A	100	40.5	100	31.8
47	PDIII	L	100	49.1	100	80.7
		F	100	55.4	100	42.4
		H	100	60.8	100	29.7
48	PDIII	L	100	85.2	100	80.3
		F ₁	100	64.6	100	37.5
		F ₂	100	63.5	100	41.2
		H	100	73.7	100	7.7
		H-A	100	>1.5	100	>2.5
49	Bd(d) [PMM]	L	100	81.3	100	90.7
		F	100	80.0	100	25.0
		H-A	100	>0.9	100	>3.2
50	B/d	L	100	77.7	100	84.8
		F ₁	100	70.5	100	52.2
		F ₂	100	56.7	100	41.9
51	B/d	L	100	63.3	100	83.1
		F	100	58.0	100	33.9
34	B/d	L	100	88.9	100	55.4
		F (May)	100	89.7	100	57.5
		F (Aug.)	100	43.2	100	8.3
		F (Nov.)	100	51.9	100	>3.6

対する比率の増大とこれらの fraction における C-N 率の低下を示した。しかしながら、Mor 型土壌における F 層以下の各層位間およびケヤキ林の F 層における各季節間では、これらの変化は一定の傾向は認め難く、分解過程の進行にともなう変化との関連性は明らかではなかった。

D. 80% H₂SO₄ 不溶物および Lignin

Lignin が植物遺体中の他の各 fraction に比べて、分解に対する抵抗力が大きいことは前述のように諸研究者によつて指摘されているが、Lignin が難分解性であることは、その他にも BRAY および ANDREWS¹⁾, COILE⁴⁾, FALCK⁵⁾, MARTIN¹⁶⁾, NORMAN²¹⁾, PHILLIPS, WIEHE および SMITH²⁵⁾, PHILLIPS, GOSS, BEAVAN および JAMES²⁸⁾, WAKSMAN および CORDON⁴⁶⁾, WAKSMAN および HUTCHING⁵¹⁾ によつても認められている。また WAKSMAN⁴³⁾, COILE⁴⁾, MELIN¹⁹⁾, 大政および森²³⁾は Lignin 含有量が多い場合は、落葉の分解が阻害されることを明らかにしている。

植物遺体中の Lignin の分解については、ほとんど分解しないとする説と、蛋白質および他の炭水化物よりは緩慢であるが徐々に分解されるとする説の両者が見られる。

WAKSMAN および TENNEY⁵⁵⁾ は、Lignin は植物遺体の分解に際してほとんど分解せず、また Lignin を除去すると植物遺体の分解速度を促進することを明らかにし、さらに BRAY および ANDREWS¹⁾ は、木材の分解に際して Lignin がほとんど分解しないことを指摘している。これらの諸氏の結果はいずれも短期間の分解実験によつて得られたものである。これに対して PHILLIPS, GOSS, BEAVAN および JAMES²⁶⁾ のように、Wheat straw, Corn cob において 30 日間で Lignin の急速な分解を認めている例もあるが、Lignin が植物遺体の分解に際して分解されないとする説は、多くは短期間の実験結果にもとづくように思われる。この点について NORMAN²¹⁾ は、植物遺体中の Lignin の定量は共存する蛋白質および Pentosan によつていちじるしい誤差を生ずるために、短期間の分解では微生物によつて再合成された蛋白質の影響によつて、Lignin の減少がややへいされて認め難くなることを指摘している。

Lignin は自然条件下における植物遺体の分解に際して、好気的な条件下では長期にわたつて徐々に分解されるものと考えられているが³⁷⁾、その分解速度は植物遺体の種類および性質、ならびに分解条件等によつていちじるしい相違が見られるという^{15) 60)}。NORMAN²¹⁾ は好気的な条件下では Oat straw は 1 年間に 40~50% の Lignin の消失を生ずるとし、また MARTIN および WANG¹⁵⁾ は Lucerne, Clover top および root では、270 日間の分解で Lignin の減少は大きくないことを認めている。大政および森²²⁾ は一般に針葉樹落葉の Lignin は広葉樹落葉の Lignin より分解され難いことを明らかにした。MARTEN および POHLMAN¹⁴⁾ は 6 種の落葉の分解を比較して、pH の高いほど Lignin および Cellulose 分解量が多いことを認めているが、これに対して堤⁴⁰⁾は植物体から分離した Lignin では、樹種間の相違は認められないという。

N 含有量の Lignin の分解におよぼす影響について、LAATSCH¹³⁾ は落葉の N および塩基含有量は、Microflora および Microfauna の活動と関連して Lignin の分解速度を支配するとし、また KARIM¹⁰⁾ は可給態 N の添加によつて Lignin の分解が促進されることを指摘している。しかしながらこれに対して WAKSMAN および TENNEY⁵⁸⁾ は、短期間の分解では N 添加の効果は認め難いとし、また WAKSMAN および GERRESTON⁵⁰⁾ も N 添加は Lignin の分解に対してわずかな効果しか示さないという。

このように一般に植物遺体の種類および分解条件によつて Lignin の分解速度が異なるが、その原因としては植物の種類による Lignin の化学的性質の相違、および分解にともなう Lignin の変性等とともに、分解に関与する微生物の菌体構成物質として、Lignin 類似物質が再合成されることがあげられている。

WAKSMAN および HUTCHING⁵¹⁾ は Lignin の Methoxyl 基含有量が増大するほど分解速度がおとろえることを明らかにし、これによつて各樹種間の遺体の分解速度の相違、および植物体の熟成にともなう Lignin の分解速度の低下等を説明している。また WAKSMAN および TENNEY⁵⁸⁾ は植物遺体の分解にともなつて Lignin 含有量の増大することから、分解に関与する微生物による Lignin 類似物質の再合成を推定したが、PINCH および ALLISON²⁷⁾ も土壌糸状菌は、Lignin 類似物質を再合成することを明らかにした。

供試試料については、80% H₂SO₄ 不溶 C および Lignin 態 C 含有量は第 5 および 6 表に示すように、各林地の各層位ではいずれも有機物各 fraction 中もつとも大きく、有機物全 C の 40~60% に達する。第 5 表に示した 80% H₂SO₄ 不溶 C および Lignin 態 C 含有量の各林地における各層位間の変

化は一定の傾向を示さないが、第 6 表に示すようにこれらの有機物全 C に対する比率は、各林地いずれも F 層では明りような増大を示し、また Mor 型土壌における F, H, H-A 層間では、Prof. 48 のブナ林における H-A 層が H 層より多少の低下を示している以外は、いずれも分解過程の進行にともなつて明りような増大を示していた。しかしながら、Mull 型土壌に属するケヤキ林における F 層は、各季節いずれもこれらの値は L 層より増大を示していたが、F 層における季節的な変化は 5 月がもつとも大きく、8 月、11 月の順に分解が進むにつれて徐々に低下を示していた。

第 6 表に示した Lignin 態 C の有機物全 C に対する比率は、L および F 層における値、ならびに F 層における増大は、Mor および Mull の両腐植型の間では明りような相違は見られず、また Mor 型土壌における F, H, H-A 層間に見られる変化は漸变的であつた。したがつて植物遺体の分解の不良な Mor 型土壌において、分解過程の進行にともなつて Lignin の集積がとくに顕著であるという傾向は、全有機物中に占める Lignin 含有量の比率からはとくに明りようではなかつた。しかしながら前述のように Cellulose 含有量の変化（とくに全 C に対する比率）を、植物遺体の分解過程の進行を示す指標と見なすならば、第 8 表に示すように Lignin 態 C の Cellulose 態 C に対する比率は、各林地いずれも L 層に比べて F 層では明りように増大を示し、さらに Mor 型土壌においては F, H, H-A 層の順に、また Mull 型土壌に属するケヤキ林の F 層では 5 月、8 月、11 月の順に明りような増大が見られた。このような Cellulose 態 C を基準とした分解過程の進行にともなう Lignin の増大の度合いは第 8 表におけるいずれの fraction の場合よりもさらに顕著であつた。

これらの点は上述の諸研究者の指摘するように、Lignin の分解に対する抵抗力が他の各 fraction に比べて大きいこと、および分解過程に微生物によつて再合成されること等にもとづくものであろうが、同時に分解過程の進行にともなつて、相対的に Lignin の集積が顕著に行なわれることを示すものといえよう。

供試試料の L 層における Lignin 含有量は、第 5 表に示すようにケヤキがとくに少なく 27% にすぎなかつたが、他の各樹種はいずれも 37~40% を占め、各樹種間では明りような相違は見られなかつた。したがつて上述の各研究者によつて指摘された落葉の Lignin 含有量と分解過程の関係は、供試試料については明りような関連性が認められなかつた。さらに L 層の N 含有量（C-N 率）および pH と Lignin の分解過程との関係も、同様に一定の傾向が見られなかつた。

80% H_2SO_4 不溶 N 含有量は第 5 表に示すように、各林地いずれも L 層に比べて F 層および F 層以下の各層位では明りような増大を示したが、この点はとくに L 層の C-N 率の大きいアカマツおよびカラマツ林において顕著であつた。また 80% H_2SO_4 不溶部における C-N 率は、各林地いずれも下層に推移するにしたがつて減少をしめしていたが、その減少の度合いはゆるやかであつた。さらに 80% H_2SO_4 不溶 N の全 N に対する比率は、第 7 表に示すように下層に推移するにしたがつて減少する場合が多かつた。

E. ま と め

これまでに述べてきた供試試料についての結果をとりまとめると、全般的な傾向として、植物遺体の分解過程における有機物組成の変化、各 fraction の分解に対する抵抗力については次のようにいえるであろう。

これらの変化は植物遺体中の Cellulose 含有量および Cellulose 態 C の有機物全 C に対する比率の

低下にもつとも明りように示される。その他 80% H_2SO_4 不溶 C および Lignin 態 C の有機物全 C に対する比率の緩慢な増大と、2% HCl 可溶 C に対する Hemicellulose 態 C、および 80% H_2SO_4 可溶 C に対する Cellulose 態 C の比率の低下にも示されるが、前者の場合ほど明りようではない。その他の fraction の変化は、落葉の分解過程とは明りような関連性を認め難い。

分解過程の進行にともなつて、もつとも顕著な減少を示した Cellulose を指標として、有機物各 fraction の分解速度を比較すると、自然条件下における長期間の分解では、Lignin がもつとも分解され難くして顕著な集積を示し、また Alcohol-benzol 可溶物、温水可溶物および Hemicellulose も Lignin に次いで分解に対する抵抗力が大きく、相対的に徐々に集積する傾向が認められる。

N については、分解過程の進行にともなつて、80% H_2SO_4 不溶 N 含有量の全 N に対する比率の減少が見られる場合が多いが、一般にその質的な変化はあまり明りようではない。

森林土壌における Mor および Mull 両腐植型を有機物組成の変化という立場から比較すると、次のようにいいうるであろう。

森林土壌において有機物の分解に関与する土壤微生物群落の組成は、Mor および Mull の両腐植型では明りような相違を示し、前者では糸状菌の比率が大きく、細菌および放射状菌は少ないが、後者では細菌および放射状菌の比率が大きいいわれている⁴²⁾。また FALCK および HAAG⁵¹⁾ は森林土壌における植物遺体の分解過程を、Lignin および Cellulose が分解される Corrosive 型と、Cellulose が分解され Lignin が分解されないで集積する Destructive 型に区分し、そのおのおのに関与する *Basidiomycetes* が異なること、および前者には Mull 型土壌が、後者には Mor 型土壌が属することを明らかにしている。

これらの土壤微生物群落を植物遺体の分解に関与する生理的性質の面から考察すると、主として一部の *Basidiomycetes* によつて行なわれると考えられている Lignin の分解を除くと、その他の主要な有機物各 fraction の分解は、もちろん気候、土壤の水分環境等の環境諸因子の影響によつて強弱の相違は見られるとしても、Mor および Mull 両腐植型の間に本質的な相違はないものと推定される。なぜならば Mor 型腐植においては、強酸性のために Cellulose 分解菌の作用は劣えるとしても、*Mucoraceae* を除く他の森林土壌の糸状菌群落中、主要な地位を占める他属の糸状菌の多くの species は Cellulose 分解力を有し³⁴⁾、またその他の有機物各 fraction の分解作用は、微生物群落を個々の species ごとに細かく見れば相違が見られるであろうが、総括的には、細菌、放射状菌および糸状菌の各 group のいずれによつても分解されると考えられるからである。

Mor および Mull 両腐植型における有機物組成を比較すると、上記の結果に示されるように、いずれの場合においても L および F 層間では有機物組成の変化が明りように認められるが、これらの変化の過程は両腐植型の間では明らかな相違を示さない。さらに Mor 型腐植における F、H および H-A 層間の変化を、L および F 層間の変化に比べると、分解過程の指標と見なしうる Cellulose の減少がさらに増大する以外にとくに明りような変化は見られない。また分解のとくに速い Mull 型土壌に属するケヤキ林の、F 層における有機物組成の季節的变化は、Lignin 態 C の有機物全 C に対する比率が分解過程の進行にともなつて多少の低下を示している以外は、多くの点で Mor 型土壌における F、H および H-A 層間に見られる変化と類似性が見られる。

これらの点から見て、筆者は形態的にいちじるしい相違を示す Mor および Mull の両腐植型は、有機物組成の面からは分解過程に本質的な相違があると考えるよりも、むしろ環境諸因子の影響にもとづく分

解速度の遅速の相違にすぎないように思われる。

しかしながら植物遺体の分解過程の進行にともなつて、同時に Lignin (80% H_2SO_4 不溶) fraction において腐植化過程の進行、すなわち PRINGSCHIEIM および FUCHS²⁸⁾、および WAKSMAN および HUTCHING⁵¹⁾ の指摘するように、Methoxyl 基の減少、さらに後者の指摘する Lignin と蛋白質の結合、暗色化、Alkali に対する溶解度の増大等の質的な変化等によつて示される腐植酸への変移が行なわれるであろうが、このような Lignin fraction の変性は別個の問題として今後の検討にゆずりたいと思う。

Ⅶ お わ り に

1. この報文は Mor および Mull 両腐植型に属する各種林地の有機物層—A₀ 層—の各層位について、有機物の近似的組成を検討し、落葉の分解過程における変化について報告したものである。
2. 供試した試料は、Mor 型腐植はヒノキ林およびブナ林各 2 カ所ずつ、Mull 型腐植はアカマツ林、カラマツ林およびケヤキ林各 1 カ所、計 7 カ所である。
3. 両腐植型いずれにおいても、分解が進むにつれて C-N 率は落葉に比べて明りように減少を示したが、落葉の C-N 率の大小の分解過程におよぼす影響は認められなかつた。
4. 落葉の pH の高低も同様に分解過程との関連性は明らかではなかつたが、Mor 型土壌においては、F, H, H-A 層の各層位は落葉に比べて明りように pH の低下を示したのに対して、Mull 型腐植の F 層では落葉に比べて明りような増大を示した。
5. 有機物組成は Alcohol-benzol, 温水, 2% HCl, 80% H_2SO_4 可溶物および 80% H_2SO_4 不溶物について、各 fraction の C および N 含有量を求め、また Hemicellulose, Cellulose および Lignin 含有量を定量した。
6. 分解過程の進行にともなう有機物組成の変化は、Cellulose 態 C の全 C に対する比率の低下にもつとも明りように示され、その他 80% H_2SO_4 不溶 C 含有量および Lignin 態 C の全 C に対する比率の増大と、2% HCl 可溶物中の Hemicellulose および 80% H_2SO_4 可溶物中の Cellulose の占める割合が減少することが認められたが、その他の fraction の変化は一定の傾向が見られなかつた。
7. 分解過程の進行にともなう N の変化については、80% H_2SO_4 不溶 N の全 N に対する比率の減少が見られる場合が多かつたが、質的な変化はあまり明りようではなかつた。
8. Mor および Mull 両腐植型はいずれも L および F 層間の有機物組成の変化は明りようであつたが、しかし L および F 両層位間の変化は両腐植型の間では相違が見られなかつた。さらに Mor 型土壌における F, H, H-A 層間の有機物組成の変化は、Cellulose 以外は明りようではなく、またこれらの各層位間の変化は Mull 型土壌のケヤキ林における F 層の季節的な変化と多くの類似点が見られた。
9. 以上の点から Mor および Mull 両腐植型における分解過程の相違は、有機物組成の面からは質的な相違と考えるよりも、むしろ分解速度の相違にすぎないように思われた。

文 献

Literature cited

- 1) BRAY, M. W. and ANDREWS, T. M.: Jour. Ind. and Eng. Chem., 16, (1924) p. 137~139
- 2) BROADFOOT, W. M. and PIERRE, W. H.: Soil Sci., 48, (1939) p. 329~348

- 3) COILE, T. S.: *Ecol.*, 14, (1933) p. 323~333
- 4) *ibid.*: *Soil Sci.*, 43, (1937) p. 349~355
- 5) FALCK, R.: *Ber. deut. Bot. Gesell.*, 44, (1926) p. 652~664
- 6) FALCK, R. and HAAG, W.: *Ber. deut. Chem. Gesell.*, 60, (1927) p. 225~232
- 7) HILL, H. H.: *Jour. Agr. Res.*, 33, (1926) p. 77~79
- 8) JENSEN, H. L.: *Jour. Agr. Sci.*, 19, (1929) p. 71~82
- 9) JOFFE, J. S.: *Pedology* (2nd Ed.), New Brunswick, (1949)
- 10) KARIM, A.: *Soil Sci.*, 66, (1948) p. 401~416
- 11) 河田 弘 (KAWADA, H.): 林野土壌調査報告, *Forest Soil of Japan*, 10, (1959) p. 1~108
- 12) 河田 弘・鷹見守兄 (KAWADA, H. and TAKAMI, M.): 同上, *ibid.*, 8, (1957) p. 81~124
- 13) LAATSCH, W.: *Dynamik der Mitteleuropäischen Mineralböden*, Dresden und Leipzig, (1954)
- 14) MARTEN, E. A. and POHLMAN, G. G.: *Soil Sci.*, 54, (1942) p. 67~78
- 15) MARTIN, J. P. and WANG, Y.: *J. Amer. Soc. Agron.*, 36, (1944) p. 373~385
- 16) MARTIN, T. L.: *ibid.*, 25, (1933) p. 341~346
- 17) MATTSON, S. and KOULTER-ANDERSON, E.: *Annales of Agr. College of Sweden*, 9, 1, (1941) [cited from (13)]
- 18) MATTSON, S. and KARLSON, N.: *ibid.*, 12, 70, (1944) [cited from (13)]
- 19) MELIN, E.: *Ecol.*, 11, (1930) p. 72~101
- 20) NEMEC, A.: *Ztschr. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenk.*, A, 18, (1930) p. 65~104
- 21) NORMAN, A. G.: *Trans. Third Intern. Congr. Soil Sci.*, III, (1935) p. 105~109
- 22) NORMAN, A. G. and JENKINS, S. H.: *Biochem. J.*, 27, (1933) p. 818~831
- 23) 大政正隆・森 経一 (OHMASA, M. and MORI, K.): 帝室林野林試報告, *Bulletin of Forest Exp. Stat. Imperial Household*. III (3), (1937) p. 39~107
- 24) 大政正隆・河田 弘・河田明子: 林試報, 95, (1957) p. 1~70
- 25) PHILLIPS, M., WIEHE, H. D. and SMITH, N. R.: *Soil Sci.*, 30, (1930) p. 383~390
- 26) PHILLIPS, M., GOSS, M. J., BEAVAN, E. A. and JAMES, L. H.: *J. Agr. Res.*, 50, (1935) p. 761~776
- 27) PINCH, L. and ALLISON, F. E.: *Soil Sci.*, 57, (1944) p. 155~162
- 28) PRINGSCHHEIM, H. and FUCHS, W.: *Ber. deut. Chem. Gesell.*, 56, (1927) p. 2095~97
- 29) REGE, R. D.: *Ann. Appl. Biol.*, 14, (1927) p. 1~44
- 30) ROSE, R. E. and LISSE, M. W.: *Jour. Ind. Eng. Chem.*, 9, (1927) p. 284~287
- 31) SCHMIDT, R. G., PETERSON, W. H. and FRED, E. B.: *Soil Sci.*, 15, (1923) p. 479~487
- 32) 芝本武夫・中島幸雄: 演習林 (東大), 8, (1951) p. 57~66
- 33) SPRINGER, U. and LEHNER, A.: *Ztschr. Pflanzenernähr., Düng.*, 58, (1952) p. 193~231
- 34) *ibid.*: *ibid.*, 59, (1952) p. 1~27
- 35) STARKEY, R. L.: *Soil Sci.*, 17, (1924) p. 293~314

- 36) STURGIS, M. B.: *ibid.*, 34, (1932) p. 19~23
- 37) TENNEY, F. G. and WAKSMAN, S. A.: *ibid.*, 28, (1929) p. 55~84
- 38) *ibid.*; *ibid.*, 30, (1930) p. 143~160
- 39) TJURIN, I. V.: *Trans. DOKUCHAJEV Soil Inst.*, 38, (1951) p. 5~21
- 40) 堤 利夫 (TSUTSUMI, T.): 京大演習林報告, *Bulletin of Kyoto University Forests*, 26, (1956) p. 59~87
- 41) 内田丈夫 (UCHIDA, T.): 林試報, *Bull. Gov. Forest Exp. Stat.* 114, (1959) p. 53~205
- 42) WAKSMAN, S. A.: *Principle of Soil Microbiology*, Baltimore, (1932)
- 43) *ibid.*; *Humus*, Baltimore, (1936)
- 44) *ibid.*: *Jour. Agr. Sci.*, 14, (1924) p. 555~562
- 45) *ibid.*: *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 21, (1929) p. 1~18
- 46) WAKSMAN, S. A. and CORDON, T. C.: *Soil Sci.*, 45, (1938) p. 199~206
- 47) WAKSMAN, S. A. and DIEHM, R. A.: *ibid.*, 32, (1931) 73~95
- 48) *ibid.*: *ibid.*, 32, (1931) p. 97~117
- 49) *ibid.*: *ibid.*, 32, (1931) p. 119~137
- 50) WAKSMAN, S. A. and GERRESTON, F. C.: *Ecol.*, 12, (1931) p. 33~60
- 51) WAKSMAN, S. A. and HUTCHING, I. J.: *Soil Sci.*, 42, (1936) p. 119~130
- 52) WAKSMAN, S. A. and STEVENS, K. R.: *ibid.*, 26, (1928) p. 113~137
- 53) *ibid.*: *ibid.*, 26, (1928) p. 239~251
- 54) *ibid.*: *ibid.*, 28, (1929) p. 315~340
- 55) WAKSMAN, S. A. and TENNEY, F. G.: *ibid.*, 22, (1926) p. 395~406
- 56) *ibid.*: *ibid.*, 24, (1927) p. 275~283
- 57) *ibid.*: *ibid.*, 24, (1927) p. 317~334
- 58) *ibid.*: *ibid.*, 26, (1928) p. 155~171
- 59) WAKSMAN, S. A., TENNEY, F. G. and DIEHM, R. A.: *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 21, (1929) p. 533~546
- 60) WAKSMAN, S. A., TENNEY, F. G. and STEVENS K. R.: *Ecol.*, 9, (1928) p. 126~144
- 61) WHITING, A. L.: *Jour. Amer. Soc. Agron.*, 18, (1926) p. 854~876
- 62) WITTICH, W.: *Schriftenreihe d. Forstl. Fakultät d. Univ. Göttingen*, Bd. 4, (1952)
[cited from (13)]

A Study on Approximate Organic Matter Composition of Leaf Litters and their Transformation during Decomposing Process

Hiroshi KAWADA

(Résumé)

The types of humus of forest soil studied were broadly divisible into two main types, i.e. mor and mull, from the morphological point of view as the result of the decomposing process differences of leaf litter, which were affected by various environmental factors such as climate, species of dominant stands, parent materials, moisture conditions of soil, etc. It is well known that the chemical properties and fertilities of forest soil form a striking contrast between these two types of humus. Accordingly, the author placed great importance on the decomposing process of leaf litter as the important factor which powerfully affected the forming process of the forest soil.

For throwing light upon these problems, the decomposing process of leaf litter should be examined from many points of view. As the first step, the author studied the transformation of organic matter composition of A₀ layers in certain forest soils. The samples were collected at the beginning of November, just after the defoliation, except Profile 46 and 47 which were taken in August. As the decomposing process of leaf litter was very rapid in Profile 34, forest of *Zelkova serrata*, its F layers were gathered in May, August and November for clarifying the seasonal transformations.

The types of soil, parent materials, site conditions and vegetations are shown in Table 1 and 2. The descriptions of profile and chemical properties of mineral horizons are shown in Table 3 and 4.

Profile 46~49, belonging to mor, were the podzolic soils, and Profile 50, 51 and 34, belonging to mull, were the moderately moist black soils. The chemical properties of the former, i.e. very acidic reactions, wide C-N ratios and poor exchangeable Ca contents, formed a striking contrast to the properties of the latter, i.e. weakly acidic reactions, narrow C-N ratios and rich exchangeable Ca contents.

The approximate organic matter compositions, shown in Table 5, were analysed by the method of WAKSMAN and STEVENS⁵³⁾. From the present investigation, the following information was obtained on the transformation of the main components contents of organic matter. Moreover, their resisting power to the decomposition and influences on the decomposing process of the whole organic matter were discussed.

1. The pH value and C-N ratio.

The influences of the pH value of leaf litter (L layer) on the decomposing process and, consequently, the types of humus produced were not recognizable. But the fluctuations of pH value according to the progress of decomposing process made a distinct contrast between the two types of humus. In the forests of *Fagus crenata* and *Chamaecyparis obtusa*, belonging to mor, the pH values clearly decreased with the progress of decomposing process. The differences between the leaf litter and F layer of each profile were distinguished in the former, but were obscure in the latter. It is the author's opinion, that the leaf litters of *C. obtusa* would not be attacked vigorously by the soil microorganisms at the beginning of

the decomposing process because of their thick and hard tissues. This interpretation would be supported by the slightly decreased C-N ratio of the F layers in comparison with the leaf litters.

The C-N ratios of F layers of all forests except of *C. obtusa* were remarkably decreased compared with those of the leaf litters. Their fluctuation among F, H and H-A layers in the forests of *F. crenata* and the seasonal ones of F layers in the forest of *Z. serrata* were not distinguished.

The effects of C-N ratio of organic residue upon the subsequent decomposing process have been discussed by many authors. Most of them, studying under artificial or semi-artificial conditions in the laboratory or field, recognized that the C-N ratios of the organic residue were the important factor for controlling the rapidity of decomposition and the decreases of them (increases of nitrogen content) accelerated the progress of the decomposing process^{2) 7) 8) 13) 17) 18) 19) 23) 25) 43) 44) 61) 62)}. But some others^{4) 19) 37)} expressed the opinion that the C-N ratios of the organic residue did not necessarily affect the progress of the decomposing process.

According to the results of the present investigation under the natural conditions, notwithstanding the remarkable differences of C-N ratio among the leaf litters tested, no clear relationship between them and the humus types produced were recognizable. Therefore, the author is of the opinion that the environmental factors seem to have more influence than the C-N ratio and pH value of leaf litter on its decomposing process.

2. The organic matter compositions and their transformation during the decomposing process.

The ratios of carbon and nitrogen contents in each fraction of the organic matter on total carbon and nitrogen basis are shown in Table 6 and 7. These figures would be useful for understanding the relative relationships on the rise and fall of each fraction during the decomposing process and its resisting power to decomposition.

In most cases, the ratio of carbon and nitrogen of 80% H_2SO_4 insoluble fraction were most abundant, and the ones of 2% HCl and 80% H_2SO_4 soluble fractions ranked next. The major portions of total carbon and nitrogen of organic residues were made up of these fractions. The ratio of carbon in alcohol-benzol soluble fraction showed remarkable fluctuations among the leaf litters tested, and they were more abundant in the leaf litters of soft woods than in the ones of hard woods. But in general they decreased remarkably in the lower layers.

The detailed information obtained was as follows:

A. Alcohol-benzol soluble fraction.

As shown in Table 5, the decrease of the content of this fraction of lower layers in comparison with the leaf litter was observed in every profile. The decrease of this fraction in F layer compared with the leaf litter was distinguished in every profile of both types of humus, but was not clear among F, H and H-A layers of mor. The ratios of carbon content of this fraction to the total one, given in Table 6, showed a similar tendency, too. But in this case, the decreases in lower layers were frequently obscure among F, H and H-A layers of mor and F layers of the forest of *Z. serrata* seasonally.

As mentioned below, the transformations of cellulose content would be useful as an index of the progress of decomposing process of the organic residue. Therefore, the ratios of carbon content of alcohol-benzol soluble fraction, water soluble fraction, hemicellulose and lignin to cellulose are shown in Table 8. These were useful for understanding the

differences of the decomposing process and of the resisting power among these fractions.

The ratio of this fraction of F layer decreased somewhat more than of leaf litter in every profile of both types of humus except the case of Profile 48, but it increased according to the order as F→H→H-A layer in the mor types of humus and as May→August→November in the F layer of the forest of *Z. serrata* seasonally.

These facts would be explainable by the following reasons:

1) The resisting powers to decomposition of the ingredients in this fraction were different, i. e. some of them were easily decomposable but others were difficult to decompose. This interpretation was induced from the results of some authors who recognized that the different decomposing process of this fraction on the organic residue differs in kind^{20) 23) 25) 33) 34) 37) 53)}.

2) The lignin-like substances or the intermediate products from lignin to humic acid, which were soluble in alcohol, were produced during the decomposing process attended by the humification of the organic residues^{41) 43) 56)}.

Some authors pointed out the checking effects of this fraction upon the decomposition of whole organic residue^{4) 45) 55) 58)}, but others disagreed with this opinion^{10) 40) 55)}. Furthermore, the rapid disappearance of this fraction during the decomposing process was frequently observed^{20) 23) 25) 33) 34) 37)}. According to the present investigation, the remarkable fluctuations of the contents of this fraction among the leaf litters tested seemed to have nothing to do with the decomposing processes and humus types produced. Therefore, the author came to the opinion that the abundance of this fraction in leaf litter would not check its subsequent decomposition.

B. Water soluble fraction.

The carbon and nitrogen contents of this fraction were little in every case as shown in Table 5. Therefore, this fraction would not be so important as the other ingredients of the organic matter. In many cases, the carbon contents of this fraction decreased gradually in the lower layers more than in the upper ones. But definite tendencies on the transformations of the ratios of carbon and nitrogen content in this fraction to total ones, shown in Table 6 and 7, during the decomposing process were not recognizable.

But, as shown in Table 8, the carbon ratio of this fraction to cellulose of F layer increased clearly more than that of L layer in every profile of both types of humus. Moreover, this ratio increased according to the order as F→H→H-A layer in mor, and as May→August→November in F layers of the forest of *Z. serrata*.

These facts would be induced by the difficult decomposition of some of the ingredients in this fraction^{33) 34) 45) 56)} and the re-synthesis of this fraction by the microorganisms during the decomposing process³⁷⁾ as previously pointed out by some authors.

C. 2% HCl soluble fraction and hemicellulose.

In many cases, the carbon contents of this fraction and hemicellulose were decreased in the lower layers in comparison with the upper ones, as shown in Table 5. Their rates of decline were gradual except those of H-A layers of beech forests which decreased more sharply than those of F or H layers.

The ratios of carbon content of this fraction to the total one, shown in Table 6, increased more in the lower layers than in the upper ones in many cases. But the ratios of carbon content of hemicellulose to the total one fluctuated among the layers in every

profile with the only exceptions of H-A layers of beech forests as mentioned above.

The ratios of carbon content of hemicellulose to cellulose, shown in Table 8, were useful for understanding the differences of the decomposing process of these two ingredients which were the principal constituents of the organic residues. In every profile, hemicellulose was somewhat more abundant than cellulose in leaf litter. But the ratio increased sharply in F layer of every profile and, moreover, it increased still further in H and H-A layers of mor. Similar results were obtained from the seasonal transformations of this relation on the F layers of *Z. serrata* forest, belonging to mull. These facts agreed with some authors' results that were obtained from the decomposing processes of organic residues for a long period⁵⁹⁾ or under the natural conditions⁶⁰⁾, and confirmed the more rapid disappearance of cellulose than of hemicellulose. The only unexplainable exception was observed on H-A layers of beech forests as mentioned above. These facts would be due to the following reasons as some authors pointed out previously :

1) Among the ingredients of hemicellulose, some of them, such as pentosans, were easily decomposed but others, such as hexosans (mannan and galactan), were undecomposable⁶⁷⁾. The analogous results that confirmed the difficulties of decomposition of some ingredients of hemicellulose were obtained by other authors^{1) 29) 33) 34) 48) 49) 57)} too.

2) Hemicellulose was re-synthesized by the soil microorganisms as the microbial cell substances during the decomposing process^{30) 31) 33) 34) 37) 47) 57)}, but cellulose was not done⁶⁾.

2% HCl soluble fraction contains pectin and organic acids in addition to hemicellulose. As shown in Table 9, the ratios of carbon contents of hemicellulose to 2% HCl soluble fraction were higher in the leaf litters of hard woods than of soft woods. These ratios decreased gradually according to the progress of decomposing process in both types of humus with a few exceptions.

The 2% HCl soluble nitrogen contents, shown in Table 5, increased in the lower layers in comparison with the leaf litter in general. Accordingly, the C-N ratios of this fraction decreased attended by the progress of the decomposing process. The ratios of nitrogen content of this fraction to the total one, shown in Table 7, increased more in the lower layers than in the leaf litter in most cases, but they fluctuated among the lower layers of mor and F layers of *Z. serrata* forest seasonally.

D. 80% H₂SO₄ soluble fraction and cellulose.

The carbon contents of this fraction and the ratios of them to the total ones, shown in Table 5 and 6, decreased in the lower layers in comparison with the upper ones in most cases. The decreases of cellulose content and the ratio of its carbon content to the total one during the decomposing process were very distinguished in every profile. Furthermore, the ratios of the carbon content of cellulose to 80% H₂SO₄ soluble one, shown in Table 9, decreased sharply in the lower layers more than in the upper ones. These facts were in marked contrast to the cases of 2% HCl soluble fraction and hemicellulose as mentioned above. Accordingly, the transformations of cellulose would be useful for the index of the progress of the decomposing process.

The 80% H₂SO₄ soluble nitrogen contents and their ratios to the total ones, shown in Table 5 and 7, increased more in the lower layers than in the leaf litter of every profile. Furthermore, the C-N ratios of this fraction decreased clearly with the progress of the decomposing process. But the transformations of them fluctuated among F, H and H-A

layers of mor and F layers of *Z. serrata* seasonally.

E. 80% H₂SO₄ insoluble fraction and lignin.

The carbon contents of this fraction and lignin were most abundant among the fractions of organic matter in every case, and they reached 40~60% of the total one. The transformations of the content of this fraction among the layers of every profile were obscure, as shown in Table 5. But the ratio of carbon content of this fraction to the total one, shown in Table 6, increased clearly more in F layer than in the leaf litter of every profile, and, moreover, increased gradually according to the order as F→H→H-A layer in mor with an only exception of H-A layer of Profile 48 that decreased somewhat more than in the H layer.

However, in the forest of *Z. serrata*, these ratios of F layers in all seasons were greater than those of the leaf litter, but they decreased according to the order as May→August→November, attended by the progress of the decomposing process.

There was no clear contrast between mor and mull on the ratios of carbon content of lignin to the total one, shown in Table 6, in leaf litter and F layer, and their increments in F layer compared with the leaf litter. Furthermore, the transitional increases of them among the F, H and H-A layers of mor were very gradual. Accordingly, the distinguished accumulation of lignin attending the progress of the decomposing process was not clearly recognizable even in mor, the organic residue of which is difficult to decompose. But, as shown in Table 8, the ratio of carbon content of lignin to the one of cellulose which would be the index of the decomposing process was more clearly increased in F layer than in leaf litter in every profile and, moreover, it increased according to the order as F→H→H-A layer in mor, and as May→August→November in F layer of *Z. serrata* forest.

The increments of the ratio of carbon of lignin to cellulose attending the progress of the decomposing process were most remarkable among the ones of other fractions or ingredients shown in Table 8.

These facts would be due to the following reasons as some authors have pointed out previously:

1) The lignin was the most resistable to the decomposition among the fractions and ingredients of the organic residue^{1) 4) 5) 16) 21) 25) 26) 46) 51)}.

2) The lignin or lignin-like substances were re-synthesized by the microorganisms during the decomposing process^{27) 53)}.

According to the present investigation, the checking effects on the decomposing process produced by the abundance of lignin content which were pointed out by some authors^{4) 19) 28) 43)} were not recognizable, because of there being no clear relation among the lignin contents of leaf litters tested, the decomposing processes, and the types of humus produced.

The 80% H₂SO₄ insoluble nitrogen content, shown in Table 5, increased more clearly in the lower layers than in the leaf litter in every profile. The C-N ratios of this fraction decreased gradually in the lower layers in comparison with the upper ones. But the ratios of the nitrogen content of this fraction to the total ones, shown in Table 7, decreased in the lower layers in many cases.

F. Conclusion.

To summarise from the above-mentioned results, we may say that among the transformations of the organic matter fractions, the decreases of the rate of carbon content of

cellulose to the total one correlated most exactly with the progress of the decomposing process. Besides, the gradual increases of the rates of carbon content of 80% H_2SO_4 insoluble fraction and of lignin to the total one, and the decreases of the rates of carbon content of hemicellulose to that of 2% HCl soluble fraction, and one of cellulose to that of 80% H_2SO_4 soluble fraction showed somewhat less distinct relations than the former.

On the transformation of nitrogen, the decreases of the ratio of its content to the total one were recognizable in 80% H_2SO_4 insoluble fraction in many cases. But, in general, the transformations of nitrogen in quality during the decomposing process were not clear.

In the forest soils, the composition of the microflora, the numbers of bacteria, Actinomycetes and fungi, which were the agencies of the decomposition of the organic residue, were in marked contrast between mor and mull. The abundance of bacteria and actinomycetes characterised the latter, and of fungi the former⁽⁴²⁾. Furthermore, the differences of the composition of the flora of Basidiomycetes between both types of humus were pointed out^{(5) (6)}.

Considering the functions of these soil microorganisms on the decomposition of the organic residue, the author concluded that there would be no basic differences between the two types of humus except the decomposition of lignin that were affected by the activities of lignin-decomposing Basidiomycetes (corrosive type, white rot type), even though the differences of the rapidity of the decomposing process should occur by the effects of the environmental factors. The weakening of the activity of cellulose-decomposing bacteria in mor because of its highly acidic reactions is re-inforced by the activities of fungi in which most of them were capable of cellulose decomposition. Furthermore, there would be no marked contrast on the decomposing activities of other principal ingredients of organic residue among the groups of these microorganisms as a whole.

According to the present investigation, the transformations of the organic matter composition from leaf litter to F layer which showed clear differences in the same profile were analogous between both types of humus, mor and mull. Moreover, the differences among F, H and H-A layers of mor were gradual in comparison with the ones between leaf litter and F layer with the exception of the distinct decreases of cellulose content and the ratio of its carbon content to the total one. Furthermore, the seasonal transformations of the organic matter composition of F layer of the forest of *Z. serrata*, belonging to mull, in which the decomposition of the organic residues was especially rapid, bore close resemblance to the transformations among F, H and H-A layers of mor, with the only exception of the slight decreases of the ratio of carbon content of lignin to the total one.

These facts led the author to form the opinion that the differences of the decomposing process of the organic matter in both types of humus would not be a qualitative one, but merely the rapidity of the decomposing process. But the degeneration of lignin—the process of humification—which resulted attending the decomposing process was left for further study.

The author wishes to express his gratitude to Dr. M. OHMASA, Prof. of Dept. of Forestry, University of Tokyo, for his helpful suggestions during the course of this investigation. He is indebted also to Dr. S. MIYAZAKI, Chief of Forest Soil Division, Mr. R. WATANABE, ex-Director of Kiso Sub-branch, and Mr. H. UMEHARA, Director of Kiso Sub-branch, for the encouragement they gave, and to Mr. M. TAKAMI for his cooperation during the course of this investigation.