

北海道における泥炭土壌の化学的性状に関する研究 第5報

泥炭土の有機物組成

誌名	日本土壌肥料學雜誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者名	近藤, 鍊三
発行元	日本土壌肥料學會
巻/号	50巻6号
巻号補足	
掲載ページ	p. 547-554
発行年月	1979年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



北海道における泥炭土壌の化学的性状に関する研究 (第5報)

泥炭土の有機物組成*

近 藤 鍊 三**

泥炭土の有機物組成に関しては、WAKSMAN の近似分析法またはその修正法を適用した研究結果が、これまでに数多く報告されている¹⁻⁷⁾。しかし、WAKSMAN 法では腐植物質の存在はまったく考慮されていない。また、有機物分画が分析操作上の規定によって機械的になされているため、各画分への区分は便宜的であり、その実態については不明な点が多い^{8,9)}。

PASSER ら⁹⁾は、第2回国際泥炭学会において WAKSMAN 法¹⁾とその修正法である SOUCI 法³⁾について論評した後、新しい泥炭近似分析法を提出した。そして、ミネソタ泥炭地に分布する各種泥炭の有機物組成を検討し、氏らの分析法の有効性を主張している。この方法は比較的単純で、再現性がよく、試料採取、調整および分析操作中に人工物質を形成したり、他の成分と重複しないように工夫されている。

本報では、PASSER らの近似分析法⁹⁾に若干の修正を加えた方法によって、泥炭土の有機物組成分析を実施し、泥炭土の種類、Histosols の分類基準¹⁰⁾、分解度、腐植化度、C/N 比などと有機物組成との関係について考察した。

1. 実験方法

1) 供試泥炭土

既報^{11,12)}で用いた泥炭土 55 点を実験に供した。

2) 実験方法

(1) 近似分析法: PASSER らの方法⁹⁾と本質的に変わらないが、腐植抽出法、腐植酸、ヒューミンおよびホロセルロース測定法などに若干の修正 (N_2 の省略と処理時間の短縮)を加えた。その概略は第1図に示した。

(2) 試料の処理法:

a) ビチューメン 風乾した泥炭土試料 1~3g を重量既知の抽出用ガラス円筒管 (No. 3) に秤取し、ソックスレー装置を用い、エタノール・ベンゼン (1:1) で 12~24 時間連続抽出した。ついで、試料を予備乾燥した後、ガラス円筒管とともに秤量管に移し、105°C で

12 時間以上乾燥した。そして、元の試料の有機物当りの重量をもってビチューメンとした。なお、別にエタノール・ベンゼンで処理した泥炭土を風乾し、以下の分析用試料とした。

b) 腐植酸、ヒューミン PASSER ら⁹⁾は、1% 水酸化ナトリウムを用いて、室温、 N_2 気流中で 24 時間連続振とう後、泥炭土から腐植を抽出し、さらに腐植酸を 3% 硫酸で 4 時間煮沸加水分解している。

著者は、上記の N_2 気流中の抽出法と腐植酸の酸加水分解を変更または省略し、次のような方法で腐植酸を測定した。

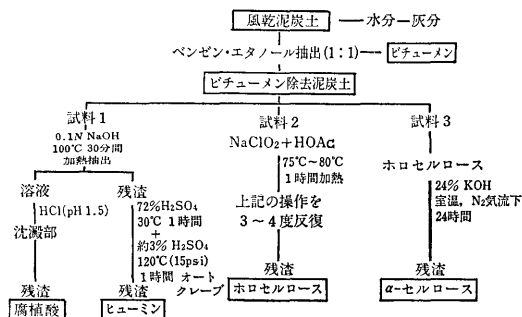
まず、ビチューメンを除去した風乾泥炭土 1g から熊田・太田法¹³⁾に準じ腐植を抽出した。抽出液を酸性にした後、沈殿部を重量既知の遠心分離管に移し遠心分離した。さらに、数度希酸と水で洗浄後、遠心管とともに 105°C で乾燥させ、重量を測定した。そして、遠心管の重量を差し引き腐植酸量とした。一方、0.1N 水酸化ナトリウムで不溶の残渣は水、アセトンで順次洗浄後、セルロースおよびヘミセルロースを除去するために PASSER らの方法⁹⁾ (還流冷却管をつけ 72% および 3% 硫酸でそれぞれ 4 時間煮沸) と別の SEAMAN らの方法¹⁴⁾に準じ、72% 硫酸で 1 時間、ついでオートクレーブを用い約 3% 硫酸で 1 時間それぞれ加水分解した。加水分解物は遠心分離で数度洗浄後、残渣を重量既知のガラスフィルター (1G 4) に移した。さらに、ガラスフィルターを秤量管に移し、105°C で 12 時間以上乾燥させ、重量を測定した。ガラスフィルターの重量を差し引きヒューミンとした。

c) ホロセルロース ホロセルロースは、 N_2 気流中で 80°C、1 時間、亜塩素酸ナトリウム・酢酸処理を反復する PASSER らの方法⁹⁾のうち、 N_2 の省略と温度条件などを若干変えた WISE 法¹⁵⁾によって測定した。すなわち、ビチューメンを除去した風乾泥炭土 1g を 100 ml の三角フラスコに秤取し、亜塩素酸ナトリウム 0.3 g、氷酢酸 0.1 ml および水 40 ml を加えた後、小型三角フラスコをかぶせ、75~80°C で 1 時間加温した。上記の亜塩素酸ナトリウム、酢酸処理を 1 時間ごとに 3~4 回反復した後、フラスコ中の残渣をガラスフィルター (1G 3) に移し、希酢酸、水およびアセトンで順次洗浄

* 本報告の一部は、昭和 52 年 12 月日本土壌肥科学会北海道支部会で発表した。

** 帯広畜産大学畜産学部 (帯広市稲田町)
昭和 54 年 7 月 13 日受理

日本土壌肥科学雑誌 第 50 巻 第 6 号 p. 547~554 (1979)



第1図 泥炭土の新近分析法

した。試料を予備乾燥させた後、ガラスフィルターとともに秤量管に移し、105°C で 12 時間以上乾燥させ、重量を測定した。ガラスフィルター重量を差し引きホロセルロース量とした。

d) α -セルロース、ヘミセルロース α -セルロースは PASSER らの方法⁹⁾で測定した。すなわち、c) と同様な操作で得た別の風乾ホロセルロースに 24% KOH 25 ml を加え、室温、 N_2 気流中で 24 時間反応させた後、重量既知のガラスフィルター (1G 3) に移し、温水、アセトン、エーテルで順次洗浄した。ついで、試料を予備乾燥させた後、ガラスフィルターとともに秤量管に移し、105°C で 12 時間以上乾燥させ、重量を測定した。ガラスフィルター重量を差し引いて α -セルロースとした。また、ホロセルロースと α -セルロースの差をヘミセルロースとした。

以上のようにして得られたビチューメン以外の各有機物成分は、それぞれ灰分を測定し補正した後、有機物に占める割合として表示した。なお、これらの有機物成分の測定はすべて 2 連で行ない、その平均値を示した。

3) 繊維含量、腐植化度および C/N 比

既報^{11,12)}と同様の方法で行なった。

2. 実験結果および考察

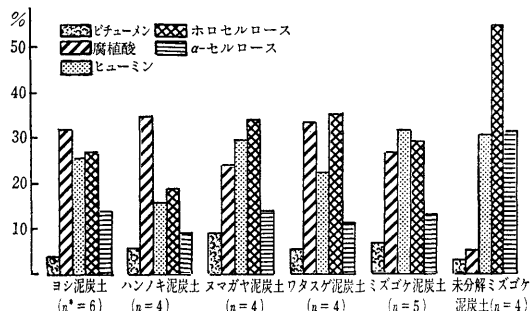
1) 泥炭土の有機物組成

泥炭土の種類別有機物組成を第 1 表に示した。各泥炭土は分解度の高い順から低い順に配列した。

まず、各泥炭土の有機物組成 (平均値) を概観すると、低位泥炭土では、腐植酸>ホロセルロース>ヒューミン> α -セルロース>ビチューメンの関係が認められた。

中間泥炭土では、ホロセルロース $\geq$ 腐植酸>ヒューミン> α -セルロース>ビチューメンの関係が認められた。

一方、高位泥炭土では、ホロセルロース>ヒューミン> α -セルロース>腐植酸>ビチューメンの関係が認められた。



第2図 植物タイプ別泥炭土の有機物組成 (平均値)

* 試料数

このように有機物組成を平均値でみると、低位泥炭土と中間泥炭土の間にはさほど差異は認められない。しかし、それらの 2 泥炭土と高位泥炭土の間には有機物組成に明らかな違いが認められた。すなわち、高位泥炭土は腐植酸量が少なく、ホロセルロースと α -セルロースが他の 2 泥炭土より多い傾向が明らかである。この相違は高位泥炭土の分解度が他の泥炭土より全般的に低いことと、高位泥炭土の主要構成植物であるミズゴケの有機物組成が他の泥炭構成植物のそれと異なることに起因するものと思われる。

前述した泥炭土の大分類では、植物タイプ別泥炭土の有機物組成の詳細は明らかでないので、供試泥炭土から植物組成の明瞭な試料を選択し、植物タイプ別泥炭土の有機物組成を比較した (第 2 図)。

この図で明らかなように、有機物組成は各植物別泥炭土でいずれも異なる。また、ミズゴケ泥炭土の例でみられるように、分解度が低いと、ホロセルロース、 α -セルロース量が多く、腐植酸量が少ない。反面、分解度が高いと、腐植酸量が多く、ホロセルロース、 α -セルロース量が少ない傾向を示した。

第 2 表は、供試した 55 泥炭土を繊維含量の違いによって区分したアメリカ 7 次試案¹⁰⁾の有機質土壤物質別有機物成分の平均値と標準偏差を示したものである。

第 2 表に示したように、分解度の高い (繊維含量の低い) サプリック (Sapric) 物質では、腐植酸>ホロセルロース>ヒューミン> α -セルロース>ビチューメンの順となり、分解度の低い (繊維含量の高い) ファイブリック (Fibric) 物質では、ホロセルロース>ヒューミン> α -セルロース>腐植酸>ビチューメンの順である。分解中程度のヘミック (Hemic) 物質は、上述した 2 土壌物質の中間的な有機物組成を示した。

次に、有機物土壤物質を個々の成分でみると、腐植酸量は、Sapric>Hemic>Fibric 物質の順に多く、ホロセ

第1表 供試泥炭土の有機物組成(%)*

泥炭土の種類	No.	試料名	ビチューメン (a)	腐植酸 (b)	ヒューミン (c)	ホロセルロース (d)	α -セルロース (e)	ヘミセルロース (f)**
低位泥炭土	1	To 2	8.6	45.8	19.1	23.9	5.3	18.6
	2	Ki 1	5.9	46.6	13.6	26.5	8.1	18.4
	3	Sa 1	8.3	35.9	12.8	28.6	12.1	16.5
	4	To 1	4.6	18.8	33.2	45.1	12.5	32.6
	5	Np 2	2.4	34.7	21.8	27.8	18.6	9.2
	6	To 3	7.3	44.5	22.0	24.6	9.2	15.4
	7	C 3	7.3	38.4	17.6	23.6	17.8	5.8
	8	Ht 4	5.5	40.2	26.1	31.3	10.9	20.4
	9	C 1	4.1	27.3	25.6	31.4	17.0	14.4
	10	C 6	6.3	33.1	25.9	24.0	6.0	18.0
	11	To13	8.5	34.8	25.6	25.5	6.3	19.2
	12	C 2	4.2	34.0	25.2	26.3	12.1	14.2
	13	To12	6.2	34.1	22.1	21.1	15.3	5.8
	14	Sh 1	5.9	36.4	20.9	27.3	12.6	14.7
	15	Ud 1	2.8	28.1	20.9	46.6	n. d.	n. d.
	16	Be 1	2.2	31.3	25.6	26.3	11.2	15.1
	17	Ya 2	5.1	29.1	21.1	40.8	14.4	26.4
	18	C 5	3.2	34.8	25.1	29.7	12.3	17.4
	19	Np 1	8.1	40.2	15.2	22.2	8.5	13.7
	20	C 4	2.2	24.2	28.0	38.0	15.5	22.5
	21	Ya 1	1.9	34.4	35.7	31.3	17.8	13.5
	22	Th 1	3.7	32.9	24.4	34.2	17.3	16.9
	23	Ht 5	5.8	31.6	38.8	17.2	10.1	7.1
	24	Tk 1	4.4	32.5	22.1	37.7	13.3	24.4
	25	Ht 3	5.2	20.4	29.6	36.7	n. d.	n. d.
	26	Ku 1	5.8	34.7	31.2	32.7	13.3	19.4
		M $\pm$ SD	5.2 $\pm$ 2.0	33.8 $\pm$ 6.6	24.2 $\pm$ 6.1	30.0 $\pm$ 7.2	12.4 $\pm$ 3.8	17.4 $\pm$ 3.3
中間泥炭土	27	Ta 5	5.7	32.8	28.7	26.3	10.5	15.8
	28	To 5	5.2	30.9	18.9	32.6	9.5	23.1
	29	On 1	4.0	33.2	29.1	23.3	7.9	15.4
	30	To 4	4.5	16.8	27.8	47.8	14.1	33.7
	31	Ht 2	4.5	33.5	28.0	34.2	9.1	25.1
	32	Be 2	5.3	44.1	20.9	31.5	9.1	22.4
	33	To 6	6.7	40.6	31.7	26.2	n. d.	n. d.
	34	Sa 2	7.5	28.9	25.5	25.6	5.6	20.0
	35	Ta 4	5.0	24.2	25.8	33.8	n. d.	n. d.
	36	To 8	6.0	38.7	12.2	34.6	n. d.	n. d.
	37	Bi 1	8.5	30.4	30.1	25.7	5.2	20.5
	38	Ho 3	3.4	23.4	26.8	37.9	17.5	20.4
	39	Ho 4	4.3	20.4	28.5	38.4	15.3	23.1
	40	To15	5.2	33.5	26.8	31.8	6.3	25.5
		M $\pm$ SD	5.4 $\pm$ 1.8	30.8 $\pm$ 7.4	25.7 $\pm$ 5.0	32.1 $\pm$ 6.3	10.0 $\pm$ 3.9	22.3 $\pm$ 4.8
高位泥炭土	41	Ub 2	12.1	25.8	26.2	31.4	19.2	12.2
	42	To11	4.3	24.6	27.3	40.2	12.8	27.4
	43	To10	4.3	16.4	30.3	43.7	14.6	29.1
	44	Ho 2	3.7	21.2	28.7	42.6	20.7	21.9
	45	Bb 1	7.5	26.2	35.9	26.8	9.0	17.8
	46	Ki 2	7.2	31.1	24.5	28.0	12.0	16.0
	47	Bb 2	4.9	24.7	35.0	29.1	18.1	11.0
	48	Ni 1	3.4	23.7	28.8	34.4	17.1	17.3
	49	Th 2	9.1	22.0	31.4	32.6	12.8	19.8
	50	To14	2.5	2.2	22.0	63.8	37.8	26.0
	51	Ht 1	3.9	6.5	36.2	58.7	31.1	27.6
	52	To 9	3.2	6.7	31.1	51.2	26.5	24.7
	53	To25	5.6	5.6	32.5	46.8	24.4	22.4
	54	Ho 1	2.7	5.7	32.3	55.7	35.8	19.9
	55	Ub 1	4.1	4.1	20.1	73.8	52.3	21.5
		M $\pm$ SD	5.2 $\pm$ 2.6	16.5 $\pm$ 9.8	29.5 $\pm$ 4.7	43.9 $\pm$ 13.8	22.9 $\pm$ 11.5	21.0 $\pm$ 5.3
全試料		M $\pm$ SD	5.3 $\pm$ 2.0	28.3 $\pm$ 10.7	26.0 $\pm$ 5.9	34.3 $\pm$ 11.0	15.0 $\pm$ 8.8	19.2 $\pm$ 6.1

* 有機物当り。** f=d-e。 M $\pm$ SD：平均値 $\pm$ 標準偏差，n. d.=測定せず。

第 2 表 有機質土壌物質の有機物組成* (%)

有機質 土壌物質	ビチューメン	腐植酸	ヒューミン	ホロセルロース	α -セルロース	ヘミセルロース
Sapric 物質	6.2 $\pm$ 2.2	35.0 $\pm$ 7.4	22.8 $\pm$ 5.6	28.5 $\pm$ 5.4	11.8 $\pm$ 4.4	16.7 $\pm$ 5.9
Hemic 物質	5.0 $\pm$ 1.8	29.7 $\pm$ 6.8	26.6 $\pm$ 5.6	32.5 $\pm$ 7.6	12.8 $\pm$ 4.1	19.2 $\pm$ 6.6
Fibric 物質	4.6 $\pm$ 1.8	14.1 $\pm$ 11.8	29.2 $\pm$ 4.7	48.6 $\pm$ 13.8	23.6 $\pm$ 10.4	22.5 $\pm$ 13.1

* 平均値 $\pm$ 標準偏差 (%)。

ルロースはこれと逆の傾向が認められた。ビチューメンは有機質土壌物質間で変わらず、 α -セルロースは、Sapric 物質と Hemic 物質の間ではさほど違いが認められないが、これらと Fibric 物質との間で明らかな違いが認められた。また、ヒューミンは、Fibric>Hemic>Sapric 物質の順に、前者ほど多く含有されていた。

これまで有機物組成を泥炭土の種類、植物タイプ、有機質土壌物質の種類などについて見てきたが、個々の有機物成分がどのように分布しているかについて、以下に考察する。

a) ビチューメン ビチューメンは脂質、樹脂、フェノール、一部の糖類などを含むベンゼン・エタノール可溶部の総称で、泥炭土においては一般に低含量(2~10%)であることが報告¹⁶⁾されている。本実験結果においても1例(Ub 2)を除くとほぼ上記の範囲にあった。しかし、ミネソタ州の Rice lake Bog の草本-コケ泥炭は 13.6% (19 試料の平均値)⁹⁾と高含量を示していた。また、ドイツのミズゴケ泥炭土では一般に低位および中間泥炭土よりビチューメンが高い傾向にあることが KADNER ら¹⁷⁾によって報告されている。

フィンランドの Pinomeäensno 泥炭地において、泥炭断面内の物理性と化学性を研究した SALMI¹⁸⁾によると、ビチューメン量は泥炭土の種類ばかりでなく、分解程度にも大いに左右される。しかし、本実験結果では、泥炭土の種類ではほとんど変わらず、分解度の高い試料(Sapric 物質)で若干多い傾向が認められた。また、ビチューメンは、各泥炭土ともかなり変動が大きかった。これは、この成分が前述したような化学組成の異なる種々の化合物から構成されているため、試料の違いによって、ビチューメンの分解抵抗性にかなりの違いがあるためと思われる。

b) 腐植酸 腐植酸量は 2.2~45% ときわめて幅広い範囲にあって、これを平均値でみると、低位泥炭土>中間泥炭土>高位泥炭土の順に高い傾向にあった。一般に未分解の高位泥炭土(第1表 To 14 以下)は 7% 以下ときわめて低い値を示していた。腐植酸は泥炭構成植物の分解、腐植化過程において新たに合成される不均

質な重縮合物であることから、泥炭土の分解度が進行すると腐植酸量も比例的に増大することが容易に予測される。

前述した7次試案¹⁰⁾の有機質土壌物質の例においても明らかなように、腐植酸量は分解度の高い Sapric 物質から Hemic 物質、Fibric 物質の順に前者ほど多い傾向を示した。この事実は、分解度の増大に伴い腐植酸量が上昇することを示唆している。

一般に腐植酸量は地下水涵養性泥炭あるいは森林泥炭では有機物の 30~80% を占め高く、ミズゴケ泥炭土では 5~25% と低含量であることが報告されている¹⁶⁾。また、ミネソタ泥炭地の各種泥炭土の腐植酸量は 10~40% の範囲⁹⁾にあって本実験結果と一致した。

c) ヒューミン ヒューミンは、3例の低位泥炭土(Ki 1, Sa 1, Np 1)と1例の中間泥炭土(To 18)で 15% 以下と低含量を示すが、大多数の試料では 20~40% の範囲にあった。

各泥炭土の平均値でみると、高位泥炭土において他の2泥炭土より若干高い傾向にあった。しかしながら、低位泥炭土と中間泥炭土ではヒューミン量にさほど違いは認められなかった。また、ヒューミン量は各泥炭土の試料間でさほど変動は認められなかった。

ミネソタ州の Flood Wood State Bog の各種泥炭土は一般にヒューミン量が高含量(43~55%)である点に特徴があるとされている¹⁰⁾。

ヒューミンは、アルカリおよび濃硫酸不溶の腐植物質の総称であり、このなかには WAKSMAN 法¹⁾のリグニン、キチンなどが含有されている。ミズゴケは一般にリグニンが低含量(Klason リグニンで約 5%)である¹⁹⁾とされているが、分解度の低いミズゴケ泥炭土において 20% 以上のヒューミンが含有されていた。ミズゴケ泥炭土はミズゴケ単独で泥炭を構成していることはきわめてまれであり、ヒューミン量の多いことはホルムイスゲなどの影響であることも一応考えられる。しかし、To 14, Ub 1 試料のように、ホルムイスゲなどをほとんど含有しない試料においても高含量を示している。このことは、ミズゴケ泥炭土のヒューミンがリグニン以外の他の成分をかなり含有していることを暗示している。しかし、こ

第3表 繊維含量，腐植化度および C/N 比と有機物組成の相関関係

	相 関 係 数 (r)					
	ビチューメン	腐植酸	ヒューミン	ホロセルロース	α -セルロース	ヘミセルロース
繊維含量 (Fow)	-0.252	-0.758***	0.360**	0.724***	0.798***	0.236
腐植化度	0.138	0.632***	-0.294*	-0.533***	-0.510***	-0.347*
C/N 比	-0.147	-0.728***	0.249	0.667***	0.690***	0.264

*, **, *** はそれぞれ 5%, 1% および 0.1% 有意水準を示す。

の成分がどのようなものであるか明らかでない。

d) ホロセルロース, α -セルロースおよびヘミセルロース ホロセルロース量は, 17.2~73.8% とかなり幅広い範囲に分布し, 高位泥炭土>中間泥炭土>低位泥炭土の順に多い傾向にあった。一般に未分解のミズゴケ泥炭土ほど高含量を示した。

ホロセルロース量と腐植酸量との間には, 密接な負の相関関係 ($r = -0.835^{***}$) が認められ, 腐植酸量が多いとホロセルロースが少ない傾向にあった。

一方, α -セルロース量は, ホロセルロース量と正の相関関係 ($r = 0.845^{***}$) が認められ, 5.6~52.6% と幅広い範囲に分布し, 高位泥炭土>低位泥炭土 $\geq$ 中間泥炭土の順に多い傾向にあった。 α -セルロース量は, ホロセルロース量と同様に未分解のミズゴケ泥炭土で高含量であった。また, ヘミセルロース量は, α -セルロースと同様にホロセルロース量と正の相関関係 ($r = 0.644^{***}$) が認められた。しかし, ヘミセルロース量は各泥炭土の間でさほどその量に違いは認められず, また分解度との関係も明らかでなかった。

本実験結果で得られたホロセルロースおよび α -セルロース量は, PASSER らのミネソタ泥炭地の各泥炭土で得られている結果⁹⁾ とほぼ類似していた。

本報で用いた近似分析法は, WAKSMAN 法¹⁾ と各画分の名称, 分析操作などにおいてかなり異なるため一義的に比較することはできないが, 腐植酸量は高位泥炭土より低位および中間泥炭土で高く, ホロセルロースおよび α -セルロースは逆に低い傾向が認められた。しかしながら, 低位泥炭土と中間泥炭土の間にはそれらの有機物成分に有意な差は認められなかった。

また, 有機質土壌物質の有機物組成の結果からは, 泥炭の分解が進むと腐植酸量が増大し, それと対照的にホロセルロース量が減少するであろうことが推察された。

2) 泥炭土の繊維含量, 腐植化度および C/N 比と有機物組成との関係

泥炭土の有機物組成は, 泥炭土の種類のみならず, 分解度にも大いに左右されることは前述のとおりである。

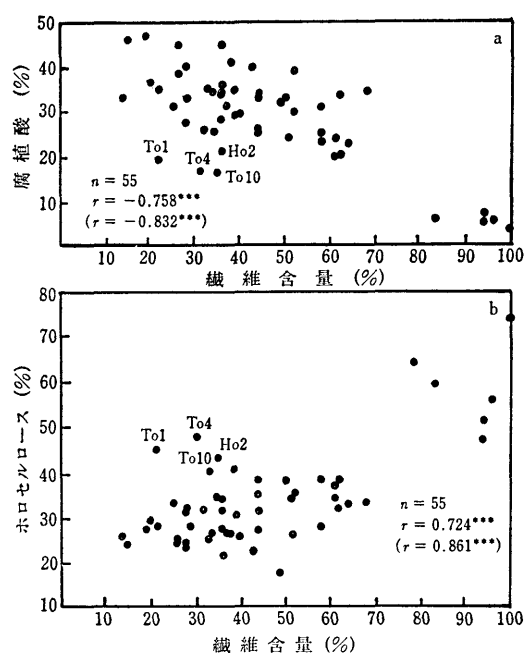
かつて, 松実ら⁷⁾ は泥炭土の篩別法による分解度と有機物組成の関係を, WAKSMAN の近似分析法¹⁾ を準用し,

根室国風蓮川流域の泥炭土について検討した。そして, ヘミセルロースおよびセルロースは分解度が大きくなるにつれて減少し, それと対照的にリグニンは増大する傾向にあることを明らかにした。

著者は, 松実らの結果⁷⁾ をふまえ, さらに広域的に上記の関係が成立するかどうかについて, 腐植化度, C/N 比などの関連とともに検討した。

第3表は, 繊維含量, 腐植化度および C/N 比と有機物組成の間の相関係数を示したものである。

この表で明らかなように, ビチューメンおよびヒューミン量は, 繊維含量, 腐植化度, C/N 比とほとんど関係が認められなかった。しかし, 腐植酸, ホロセルロースおよび α -セルロース量は, 0.1~1% 有意水準で繊維含量, 腐植化度, C/N 比などとそれぞれ相関関係が認められた。



第3図 繊維含量と腐植酸量およびホロセルロース量との関係 () は To1, To4, To10, Ho2 試料を除く 51 試料の相関係数を示す。

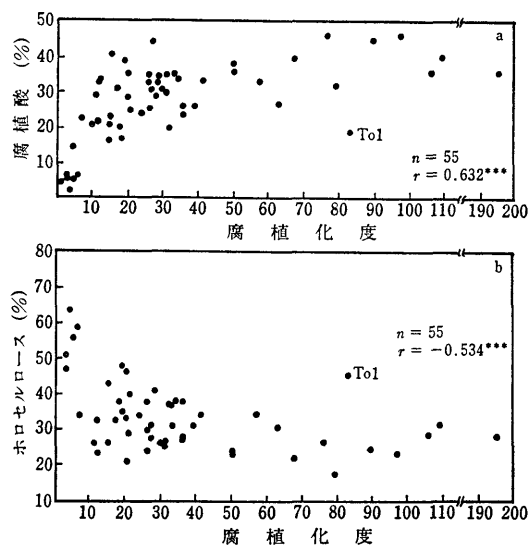
上述した有機物組成のなかで、泥炭土有機物の主成分である腐植酸とホロセルロースについて、繊維含量、腐植化度、C/N 比などとの関連を考察する。

まず、繊維含量と腐植酸量、またはホロセルロース量との関係(第3図 a~b)を見ると、全試料の繊維含量と腐植酸、およびホロセルロース量の間には、前者で負の相関関係($r = -0.758^{***}$)、後者で正の相関関係($r = 0.729^{***}$)がそれぞれ認められた。すなわち、分解度の増大に伴い腐植酸量が増大し、ホロセルロース量が減少する傾向にあった。さらに、比較的分解度の高い4例(To 1, To 4, To 10, Ho 2)を除くと、繊維含量と腐植酸量、またはホロセルロース量の関係は、それぞれ、 $r = -0.832^{***}$ 、 $r = 0.861^{***}$ となり、より明瞭である。4例の試料はいずれもホロセルロース量が40%以上と高く、このことが相対的に腐植酸量を低めていると考えられる。しかし、分解度の比較的高いそれらの試料でホロセルロース量が高い理由は明らかでない。

上述した分解度に伴う腐植酸量の増大傾向は、KARBATOV²⁰⁾による“Galiiskii Moss”泥炭堆積物上層の分析結果と類似していた。

第4図には、腐植化度と腐植酸量の関係を示した。

第4図aに示したように腐植酸量は、腐植化度の初期段階において腐植化度の増大に伴い急増するが、腐植化度がさらに進行すると緩慢となり、あまりその量に変化が認められない。一方、ホロセルロース量(第4図b)は、腐植酸量と全く逆の傾向を示し、腐植化度の初期段階において腐植化度の増大とともに急減するが、その後ほとんどその量に変化が認められない。



第4図 腐植化度と腐植酸量およびホロセルロース量との関係

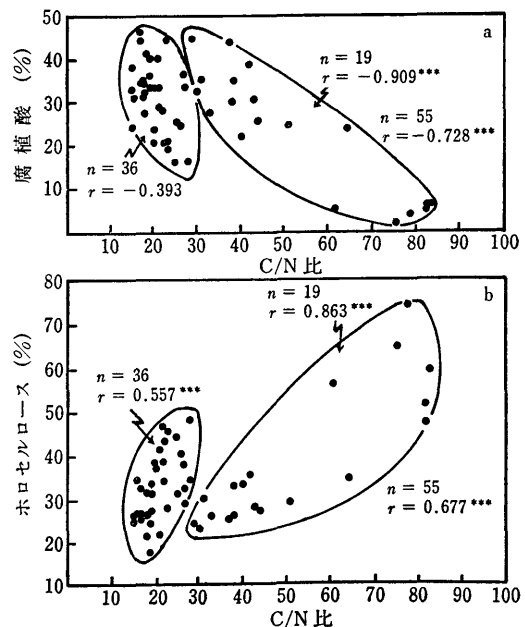
ただし、To 1 試料は例外的で腐植化度が高いにもかかわらず、ホロセルロース量が多く、腐植酸量が少なかった。この試料は、いわゆる黒泥土のごく表層(0~3 cm)から採取したもので、微細な毛根の混入が考えられる。そのことがこの試料でホロセルロース量が多い理由であるのかもしれない。

SCHNITZER²¹⁾は、カナダの泥炭土 21 試料について、乾土当りの腐植化度と、塩酸-フッ化水素処理後泥炭土から抽出した腐植酸量との関係を検討し、それらの間に負の相関関係($r = -0.57^{**}$)があることを報告した。これは、上述の本実験結果と相反する結果である。この違いは、腐植抽出法の相違ばかりでなく、カナダの泥炭土試料が石灰量(57~160 me/100 g)多く、塩基飽和度(48~97%)のきわめて高い muck または mucky peat であること²²⁾に起因するものと思われる。

本実験結果と SCHNITZER の結果²¹⁾を巨視的に見ると、次のようなことが推察される。すなわち、泥炭土の腐植化の初期段階では本実験結果のごとく腐植酸量は腐植化の進行に伴って増大し、一定のレベルに達する。さらに、腐植化が進行すると腐植酸中の非腐植物質が一部分解し、腐植酸量は減少するものと思われる。ただし、本邦の自然環境下では、高い石灰量と塩基飽和度を有する黒泥土はいまだ見いだされていない。

第5図は C/N 比と腐植酸、またはホロセルロース量との関係を示したものである。

図 a~b に示したように C/N 比と腐植酸、またはホ



第5図 C/N 比と腐植酸量およびホロセルロース量との関係

ロセルロース量との間には、前者で負の相関関係 ($r = -0.728^{***}$)、後者で正の相関関係 ($r = 0.677^{***}$) がそれぞれ認められた。さらに、それらの関係を詳細に見ると、供試泥炭土は C/N 比 28 を境に、その比の減少に伴う腐植酸およびホロセルロース量の増減傾向が異なる2グループに区分される。このことは、両グループの間で腐植酸の生成およびホロセルロースの分解に相違があることを暗示している。

以上の実験結果によれば、一般的に腐植酸量は泥炭土の分解度と腐植化度の増大、および C/N 比の減少に伴って増大し、それと対照的にホロセルロース量は減少する傾向にあるといえよう。換言するならば、泥炭土の分解および腐植化の過程とは、ホロセルロースが消失して、新たに腐植酸が生成されることであると見なされる。

上記の結果と類似の傾向は、STADNIKOV の近似分析法²³⁾を用いた4種の泥炭構成植物と、これらの植物から成る泥炭の有機物組成を比較した市村の報告⁵⁾においても示されている。ただし、市村⁵⁾が分析した腐植酸は、腐植酸、リグニンおよび蛋白質の複合体であって、本報告の腐植酸とヒューミンの含量に相当するものと思われる。

これまで、泥炭土の種類、Histosols の分類基準¹⁰⁾、分解度、腐植化度、C/N 比などの関連から泥炭土の有機物組成を検討してきたが、泥炭土の有機物組成は泥炭土の種類のみならず、分解度、腐植化度、C/N 比などによっても大いに影響されることは明らかである。

今後、泥炭土の分解および腐植化過程における有機物組成の変化を質的な側面より追求することが望まれる。

最後に、本報告で用いた近似分析法には、1) ベンゼン・エタノール可溶部を細分すること、2) 水可溶部の測定を追加し細分することなどまだ改良される余地が残されている。このようなことが改良されるならば、この近似分析法は泥炭土の有機物組成に多くの情報をもたらすものと思われる。

3. 要 約

北海道の主要泥炭地より採取した泥炭土 55 試料の有機物組成を、PASSER らの近似分析法に若干の修正を加えた方法で測定し、それらの成分と泥炭土、および有機質土壌物質の種類、分解度、腐植化度、C/N 比などとの関連について検討した。得られた結果は次のように要約される。

1) 泥炭土の有機物組成は泥炭土の種類、分解度、腐植化度などによって異なるが、一般に腐植酸およびホロセルロースが最も多く、両者で全有機物の 50% 以上を占め、ビチューメンは 10% 以下と最も少なかった。

泥炭土の種類別による有機物組成では、腐植酸は低位>中間>高位泥炭土の順に多く、ホロセルロースは腐植酸と逆の順に多かった。ヒューミンおよび α -セルロースはホロセルロースと同様な傾向にあったが、ビチューメンは泥炭土の種類においてさほど変らなかった。

一方、有機質土壌物質別の有機物組成では、腐植酸は Sapric>Hemic>Fibric 物質の順に多く、ホロセルロースは腐植酸と逆の順に多かった。また、ヒューミンおよび α -セルロースは Fibric 物質と他の2土壌物質の間では明らかな違いが認められた。

2) 有機物組成と繊維含量、腐植化度、C/N 比などとの間には、ビチューメン、ヒューミンおよびヘミセルロース以外の成分でそれぞれ相関関係が認められた。

腐植酸量は繊維含量および C/N 比と負の相関関係、腐植化度と正の相関関係がそれぞれ認められた。一方、ホロセルロース量は腐植酸量と全く逆の相関関係を示した。

以上の結果から泥炭土の分解および腐植化の過程とは、ホロセルロースが消失して、新たに腐植酸が生成されることであると推察した。

謝 辞 本研究を行うにあたり、ご懇篤な教示と論文校閲の労をとられた名古屋大学熊田恭一教授に深謝するとともに、有益な助言をいただいた帯広畜産大学田村昇市教授、ならびに近堂祐弘教授に厚く御礼申しあげる。

文 献

- 1) WAKSMAN, S. A. and STEVENS, K. R. : Contribution to the Chemical Composition of Peat. I. Chemical Nature of Organic Complexes in Peat and Methods of Analysis, II. Chemical Composition of Various Peat Profiles. *Soil Sci.*, 26, 113~137, 239~256 (1928)
- 2) WAKSMAN, S. A. : The Peats of New Jersey and Their Utilization. *Bull. N. J. St. Dept. Conserv. Dev., Geol. Ser.*, 55, 1~155 (1942)
- 3) SOUCH, S. W. : Die Chemische Charakterisierung und Analytische Untersuchung von Torf. *Kolloid Z.*, 82, 87~99 (1938)
- 4) 松井 健・市田恵子・桑野幸男：泥炭のできかた（第1報）、資源研彙報, 26, 5~16 (1952)
- 5) 市村三郎：泥炭の化学組成について、土肥誌, 25, 249~252; 26, 20~24 (1955)
- 6) 山県 登・山県諒子：尾瀬ヶ原泥炭断面の分析（第2報）、有機化学組成, 同上, 27, 115~118 (1956)
- 7) 松実成忠・庄子貞雄・吉田加代子：泥炭土壌の化学的特性に関する研究, 第1報, 泥炭土壌の有機化学的組成について、北農試彙報, 75, 43~52 (1960)
- 8) MORTENSEN, J. L. and HIMES, F. L. : Chemistry of the Soil, ed. F. E. BEARE, p. 207~208, Reinhold Publ. Co., New York (1964)
- 9) PASSER, M., BARTT, G. T., ELBERLING, J. A., PIET, E. L., HARTMANN, L. and MADDEN, JR. A. J. : Proximate Analysis of Peat. in *Proc. 2nd Int. Peat Congr.*,

- Vol. 2, ed. R. A. ROBERTSON, p. 1035~1050, Leningrad (1963)
- 10) SOIL SURVEY STAFF: Supplement to Soil Classification System (7th Approximation) Histosols. SUS, USDA, September (1968)
- 11) 近藤鍊三: 北海道における泥炭土壌の化学的性状に関する研究(第1報), 泥炭土の種類, 分解度および腐植化度と有機態窒素組成の関係, 土肥誌, 49, 90~99 (1978)
- 12) 近藤鍊三: 北海道における泥炭土壌の化学的性状に関する研究(第4報), 泥炭土の一般理化学性, 帯畜大報, 11, 289~309 (1979)
- 13) 熊田恭一・太田信婦: 腐植の抽出について, 土肥誌, 34, 417~422 (1963)
- 14) SEAMAN, J. F., MOOR, W. E., MITCHELL, R. L. and MILLET, M. A.: Techniques for the Determination of Pulp Constituents by Quantitative Paper Chromatography. *TAPPI*, 37, 334~336 (1954)
- 15) 中野準三: 増補林産化学実験書, p. 103, 東京大学農学部林産化学教室編, 産業図書, 東京 (1964)
- 16) GIVEN, P. H. and DICKENSON, C. H.: Soil Biochemistry, Vol. 3, ed. E. A. PAUL and A. D. McLAREN, p. 165, Marcel Dekker, Inc., New York (1975)
- 17) KADNER, R., FISCHER, W. and SCHLUNGBAUM, G.: Extraction of Peat Bitumens and Their Chemical Characteristics with Respect to Organic Group Analysis. in *Proc. 2nd Int. Peat Congr.*, Vol. 2, ed. R. A. ROBERTSON, p. 1035~1050, Leningrad (1963)
- 18) SALMI, M.: Physical and Chemical Peat Investigations on the Piomaensue Bog, SW. Finland. *Bull. Com. Geol. Fin.*, 145, 5~31 (1945)
- 19) THEANDER, O.: Studies on Sphagnum Peat, II. A Quantitative Study on the Carbonhydrate Constituents of Sphagnum Mosses and Sphagnum Peat. *Acta Chem. Scand.*, 8, 989~1000 (1954)
- 20) KARBATOV, I. M.: The Question of the Genesis of Peat and Its Humic Acids. in *Proc. 2nd Peat Congr.*, Vol. 1, ed. R. A. ROBERTSON, p. 133~137, Leningrad (1963)
- 21) SCHNITZER, M.: Humic-fulvic Acid Relationships in Organic Soils and Humification of the Organic Matter in These Soils. *Can. J. Soil Sci.*, 47, 245~250 (1967)
- 22) MACLEAN, A. J., HALSIEAD, R. L., MACK, A. R. and JASMIN, J. J.: Comparison of the Procedures for Estimating Exchange Properties and Availability of Phosphorus and Potassium in Some Eastern Canadian Organic Soils. *Can. J. Soil Sci.*, 44, 66~75 (1964)
- 23) STADNIKOV, G. L.: Neuere Torfchemie. Dresden und Leipzig, Steinkopff (1930)