

泥炭地の乾燥化と植生変化に伴う泥炭の脂質組成の変化

筒木 潔*・近藤 錬三*

キーワード 泥炭, 泥炭地植物, 脂肪酸組成, ステロール, 湿原保全

1. 緒言

北海道美唄泥炭地では、周辺の農地開発の影響を受け、乾燥化に伴う泥炭の分解、地盤沈下、植生変化などが著しく進行している^{3,4)}。著者らはこの泥炭地の東西横断線上の一連の地点から泥炭試料を採取し、乾燥化が一般理化学的や各種分解度指標に及ぼす影響⁵⁾および泥炭のフェノール性化合物組成に及ぼす影響¹⁵⁾を検討した。その結果、これらの指標が泥炭の分解の程度や泥炭地における植生変化を示す上で有効であることが明らかとなった。著者らはまた、約3万年をかけて堆積した愛知県作手村の泥炭堆積物^{9,10)}と北海道の主要泥炭地の泥炭断面試料^{10,11,14)}および各種泥炭構成植物^{12,13)}について、フェノール性化合物、脂肪酸組成、ステロール組成、加水分解性中性糖組成などの分析を行い、これらの有機物組成が泥炭の堆積環境および構成植物の違いをよく反映することを明らかにした。本研究では、美唄泥炭地の表層泥炭を試料とし、脂肪酸組成およびステロール組成を分析した。長鎖脂肪酸は低温かつ嫌気的な環境のもとでは土壌および堆積物中で分解に対して安定であり¹⁶⁾、また脂肪酸組成およびステロール組成は給源となる植物や微生物の種類によって特徴的な組成を持つことが知られている¹²⁾。そこで、泥炭地における環境変化がこれら脂質成分の組成にどのような影響を及ぼしているかを検討した。

2. 試料および方法

1) 供試試料

北海道農業試験場水田管理研究室美唄分室(北海道美唄市開発町南)の管理する約50haの湿原中のミズゴケ群落を通過する東西横断線(距離約550m)上において、30~40m間隔で採取した一連の泥炭試料を用いた。試料採取地点を結ぶ横断線における湿原の断面図は前

報⁵⁾に示した。また、湿原内の植生の分布は粕淵⁴⁾によって詳しく示されている。各地点の状態を要約すると、湿原は東側(B24側)が水田に、西側(B8側)が畑地にそれぞれ明渠を隔てて接しており、地下水位の低下に伴う地盤沈下は西側ほど著しかった。特にB14からB8地点にかけては急激な地盤沈下が認められ、泥炭の分解も著しかった。他方、東端のB23からB24にかけても地盤沈下が認められた。クマイザサはB8からB14地点にかけてとB18からB24地点にかけての地表面を覆っており、ミズゴケを主体とする群落はB15からB17地点にかけてのみ残っていた。また、B21からB22地点にかけてもミズゴケの小群落が残っていたが、クマイザサも同じ地点に侵入していた。

あまり分解の進行していない植物遺体と分解の進んだ泥炭を区別して取り扱うため、泥炭は半乾状態の試料をフルイで2mm以上と2mm以下の画分に分別して供試した。なお、用いた分画試料は前報¹²⁾でフェノール性化合物を分析した試料と同一であり、各画分の収量は前報¹⁵⁾に示した。

2) 全脂質含量および脂肪酸組成の定量

試料1gにスクワラン(内部標準)0.41mgを添加した後、クロロホルム・メタノール(2:1)溶媒30mLで3回超音波抽出(350W, 1分30秒)した。毎回遠心分離(3000rpm, 15分)後、抽出液を合併し、ロータリーエバポレータで濃縮乾固し、クロロホルム・メタノール(2:1)溶媒20mLに再溶解し、ネジ蓋付き試験管中で冷凍保存した。

全脂質含量は、あらかじめ風袋を測定しておいたガラス製秤量瓶に上記の脂質保存溶液5mLをはかり採り、溶媒を蒸発させた後、真空恒温乾燥機(30°C)に移して18時間乾燥し、乾燥後の重量を測定して求めた。なお、この全脂質含量および以下に述べる脂肪酸およびステロールの有機物当たりの含量を求めるにあたっては、各泥炭試料の全炭素含量を乾式燃焼法(CNコーダー, YANACO MT-500)により測定し、この値を0.58で除した値を有機物含量とみなした。

* 帯広畜産大学(080-0834 帯広市稲田町西2-11)
1997年3月5日受付・受理
日本土壤肥科学雑誌 第69巻 第1号 p.12~20 (1998)

脂肪酸組成測定のためには、脂質保存溶液 1 mL をネジ蓋付き試験管 (径 16 mm, 高さ 15 cm) に採り、濃縮乾固した後、HCl-メタノール (1.3 mol L⁻¹) 1 mL を加えて密栓し、アルミブロックヒータで加熱 (90°C, 2 時間) した。加熱終了後蒸留水 1 mL を加え、ヘキサン 5 mL で 3 回抽出した。ヘキサン抽出液は炭酸水素ナトリウム水溶液 (20 g L⁻¹) 4 mL で洗浄した後、無水硫酸ナトリウム 5 g を添加して脱水した。これを濃縮乾固した後、ヘキサン 1 mL に再溶解し、ここから 1 μL を採取して、脂肪酸組成をキャピラリガスクロマトグラフィーで分析した。各成分の同定は標準物質との保持時間の一致によって行った。

炭素数 26 以下の脂肪酸についてのガスクロマトグラフィーの条件は以下のとおりである。機器：島津 GC 14-A (スプリット注入装置付き)、キャピラリカラム：ULBON HR-SS 10 (内径 0.25 mm 長さ 50 m)、カラム温度：150~220°C, 昇温速度：3°Cmin⁻¹, 注入口および検出器温度：250°C, キャリヤガス：ヘリウム 245 kPa, メイクアップガス：窒素 49 kPa, 検出器：FID。なお、炭素数 28 および 30 の脂肪酸の定量は、下記のステロールの定量と同じカラムを用い、下記の条件で行った。

3) ステロール組成の定量

脂肪酸組成の分析用に調製したメチル化試料の残りを

再び濃縮乾固した後、ステロールの水酸基をシリル化するため、TMS-イミダゾール 100 μL を添加して密栓し、アルミブロックヒータにより 90°C で 30 分加熱した。ここから 1 μL を採取して、ステロール組成をキャピラリガスクロマトグラフィーで分析した。各成分の同定は標準物質との保持時間の一致によって行った。

ガスクロマトグラフィーの条件は以下のとおりである。機器：島津 GC 14-A (スプリット注入装置付き)、キャピラリカラム：GLサイエンス社製 Neutrabond-1 (内径 0.25 mm, 長さ 60 m), カラム温度：220~320°C, 昇温速度：5°C min⁻¹, 注入口および検出器温度：共に 320°C, キャリヤガス：ヘリウム 245 kPa, メイクアップガス：窒素 49 kPa, 検出器：FID。

3. 結果および考察

1) 全脂質含量および全脂肪酸含量

美唄湿原表層泥炭土の全脂質含量, 全脂肪酸含量および主な脂肪酸が全脂肪酸に占める割合を第 1 表に示した。

本報告では、脂質組成の植生の違いに伴う差異と泥炭の分解に伴う変化を共に明らかにするため、泥炭試料を植物遺体の分解があまり進行していない 2 mm 以上の画分と、分解の進行した 2 mm 以下の画分に分けて供

第 1 表 美唄泥炭土の全脂質および脂肪酸の収量と組成

試料	全脂質 有機物当たり ^a g kg ⁻¹		全脂肪酸 有機物当たり g kg ⁻¹		総脂肪酸収量に対する主な脂肪酸 ^b の収量の割合(%)											
					C 16		C 18		C 18 : 1		C 20		C 24		C 26	
	>2 mm	<2 mm	>2 mm	<2 mm	>2 mm	<2 mm	>2 mm	<2 mm	>2 mm	<2 mm	>2 mm	<2 mm	>2 mm	<2 mm	>2 mm	<2 mm
B 8	55.3	45.9	1.22	3.25	17.5	14.8	8.0	6.9	13.0	16.6	7.0	3.4	13.9	14.2	13.6	17.3
B 9	32.6	22.3	1.01	4.46	32.1	17.9	26.5	11.9	15.1	19.1	5.0	3.7	5.0	10.3	4.8	13.0
B 11	38.5	22.8	1.64	3.26	25.2	20.9	7.7	9.3	23.0	27.1	6.8	3.7	9.5	9.2	8.3	8.8
B 12	57.5	28.0	1.93	3.45	32.3	11.6	9.0	9.0	22.2	11.2	5.9	4.0	7.8	16.0	6.5	17.6
B 13	49.5	25.5	1.43	2.66	39.3	22.6	6.7	11.7	23.9	31.8	12.0	3.7	4.3	5.8	4.4	6.8
B 14	43.7	40.3	1.24	2.04	44.1	21.8	6.9	10.8	16.9	23.1	9.0	4.9	7.0	9.4	3.6	7.7
B 15	36.3	30.6	2.15	2.12	27.1	24.7	6.1	9.3	35.5	24.9	2.2	2.5	6.9	10.3	4.8	7.7
B 16	24.0	29.0	1.25	1.71	25.6	21.4	11.8	10.3	26.7	26.2	4.7	3.0	10.1	11.5	6.2	10.2
B 17	38.4	33.0	1.39	1.96	27.2	26.1	12.8	16.9	21.7	29.1	3.2	2.9	11.8	6.6	6.9	4.0
B 18	55.2	49.2	1.41	2.35	34.9	19.3	6.7	8.9	27.5	27.9	7.0	3.0	5.4	7.5	5.0	9.8
B 19	63.8	56.9	1.35	2.24	42.6	21.9	7.0	8.3	24.4	37.2	5.9	3.4	4.6	7.4	2.2	6.9
B 20	51.9	54.4	1.04	1.90	39.2	23.9	6.9	8.8	26.3	28.9	7.7	4.0	5.6	8.3	3.8	7.3
B 21	50.2	36.1	1.37	2.35	33.0	18.6	9.8	9.8	21.9	27.3	6.4	3.1	8.2	9.9	5.6	9.3
B 22	63.1	61.5	1.33	2.54	32.0	29.6	12.7	12.6	27.4	29.4	4.2	3.1	7.5	7.9	6.0	3.9
B 23	34.5	38.1	0.87	1.64	29.0	21.8	10.9	13.2	22.7	33.3	8.1	4.5	7.7	7.1	6.7	5.7
B 24	49.0	45.2	1.77	1.60	21.3	14.6	9.0	9.7	19.6	19.9	6.5	4.9	12.3	10.9	9.7	9.4

^a 泥炭の有機物含量は炭素含量を 0.58 で割った値とした。

^b 脂肪酸名は第 2 表の脚注を参照。

試した。

2 mm 以上および 2 mm 以下泥炭画分は共に、全脂質含量が、ミズゴケの群落がある B 15~B 17 地点周辺では、クマイザサの生育の旺盛なその周辺の地点よりも少ない傾向を示した。また、B 9 から B 13 地点にかけては特に 2 mm 以下の泥炭画分中の脂質含量が 2 mm 以上の画分と比べて著しく少なかった。これらの地点は地盤沈下の著しい地点であり、泥炭の分解に伴って脂質も分解されたものと考えられる。

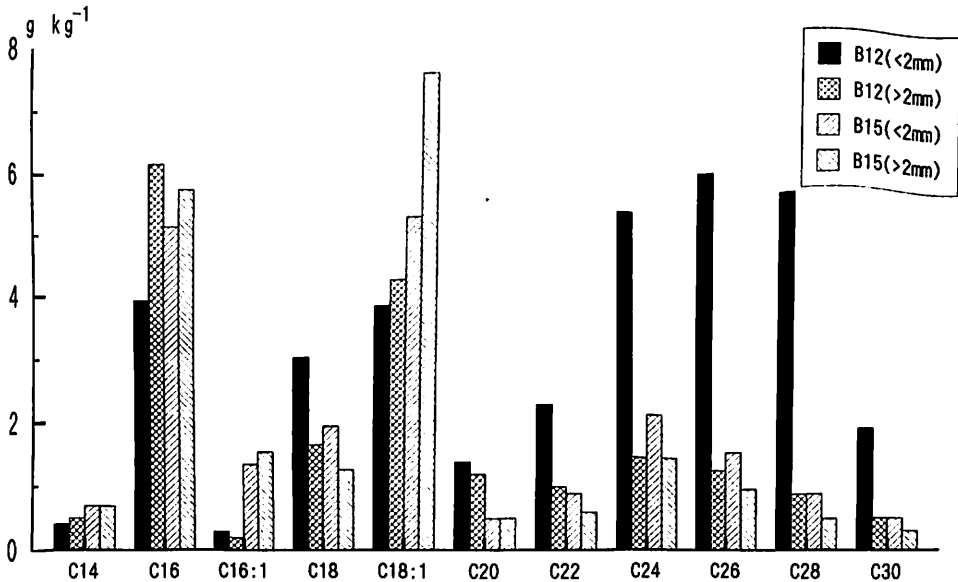
なお、B 21~22 地点にはクマイザサ群落内にミズゴケ群落が残っていたが、このことの影響は全脂質含量には認められなかった。

他方、全脂肪酸含量（炭素数 14 から 30 までの長鎖脂肪酸の収量の合計）は、2 mm 以上の泥炭画分においては $0.9\sim 2.2\text{ g kg}^{-1}$ と地点間の含量の違いが著しくなかった。著者らは泥炭地植物の脂質組成について別に報告し¹²⁾、ミズゴケとクマイザサの全脂肪酸含量には著しい差がないことを示した。全脂肪酸含量が地点間であまり異ならなかったのはこのことによるものであろう。また、ほとんどの地点で 2 mm 以下の画分の有機物当たりの脂肪酸含量は 2 mm 以上の画分と比べて著しく多く、特に湿原西側の B 8~B 13 地点でその傾向が著しかった。これは、脂肪酸が各種の泥炭有機成分の中で比較的安定なため、他の脂質成分や有機成分が優先的に分

解される中で、脂肪酸の割合が相対的に増加したためと考えられる。

2) 脂肪酸収量の分布

美唄泥炭から抽出された炭素数 14 から 30 までの脂肪酸収量の分布を第 1 図に示した。図に示した試料は B 12 地点および B 15 地点から得られた泥炭の 2 mm 以上画分および 2 mm 以下画分である。B 12 地点は地下水位の低下に伴いクマイザサが侵入し、本来のミズゴケ群落が消滅している場所である。他方、B 15 地点はミズゴケ群落がそのまま残っていた地点である。飽和脂肪酸の収量についてはパルミチン酸 (C 16) をピークとする分布とリグノセリン酸 (C 24) あるいはセロチン酸 (C 26) をピークとする分布が認められた。不飽和脂肪酸はオレイン酸 (C 18:1) の含量が最も多かった。クマイザサ群落地点 (B 12) とミズゴケ群落地点 (B 15) の著しい違いは、ミズゴケ群落地点ではパルミトレイン酸 (C 16:1) およびオレイン酸 (C 18:1) などの不飽和脂肪酸が多いことと、ササ群落地点ではアラキジン酸 (C 20) が多いことであった。このような傾向はミズゴケに多く含まれるパルミトレイン酸やオレイン酸¹²⁾ が嫌気的な環境のもとでその分解を抑制されたためと、他方、クマイザサはアラキジン酸を多く含む結果と考えられる¹²⁾。クマイザサ群落地点の 2 mm 以下の泥炭画分においては、炭素数 22 から 30 の脂肪酸含量が著しく多



第 1 図 美唄泥炭土の脂肪酸組成 (有機物当たり含量)

B 12 地点はクマイザサの生育が旺盛でミズゴケ群落が消滅した地点、B 15 地点はミズゴケ群落が残っておりクマイザサの侵入していない地点である。泥炭試料は 2 mm 以上と 2 mm 以下にふるい分けした。

かった。これは、B 12 地点から西の地点では地下水位の低下と共に炭水化物など泥炭中の易分解性の有機物の分解が著しく進行する³⁾中で、比較的難分解性の炭素数 20 以上の飽和脂肪酸はその有機物当たりの含量が高くなったためと考えられる。

3) 各脂肪酸の収量

パルミチン酸 (C 16)、オレイン酸 (C 18:1)、アラキジン酸 (C 20)、セロチン酸 (C 26) の収量 (有機物当たり) と泥炭試料採取位地の関係を第 2 図に示した。なお、各脂肪酸が全脂肪酸に占める割合は第 1 表に示した。

泥炭画分中でパルミチン酸収量が全脂肪酸に占める割合は、全ての地点で 2 mm 以下の方が 2 mm 以上の画分より低くなっていた (第 1 表)。この結果はパルミチン酸が他の脂肪酸より相対的に分解されやすいことを示すものと考えられた。また、ほとんどの地点で 2 mm 以下と 2 mm 以上にかかわらず、泥炭からのパルミチン酸の収量は直鎖飽和脂肪酸の中で最も多かった。2 mm 以上の泥炭画分においては、パルミチン酸の収量および全脂肪酸中に占める割合はミズゴケ群落内 (B 15~B 17 地点) で低くなる傾向を示した。他方、クマイザサの生育の旺盛な B 14 地点および B 19 地点周辺ではパルミチン酸の収量と割合が高かった。しかし、湿原縁辺部 (B 8, B 9, B 24) では、パルミチン酸の収量と割合は再び低くなる傾向を示した。この結果は、パルミチン酸はクマイザサに多く含まれるため¹²⁾、その生育が旺盛な B 14 および B 19 地点で含量が多くなったものの、泥炭の分解が著しい湿原の周辺部ではパルミチン酸の分解も進行したことを示すものと考えられる。

泥炭からのオレイン酸の収量は、ほとんどの地点で不飽和および飽和脂肪酸の中で最も多かった。オレイン酸の収量およびオレイン酸が全脂肪酸に占める割合は、共に B 15 地点と B 12 地点を除いて、2 mm 以下の泥炭画分の方が 2 mm 以上の泥炭画分よりも高かった。オレイン酸は不飽和脂肪酸であるため、飽和脂肪酸よりも分解を受け易い⁹⁾とされている。ほとんどの地点で 2 mm 以下の泥炭画分中のオレイン酸含量が高くなったのは、植物体由来のオレイン酸が分解される一方で、微生物によりオレイン酸に富んだ脂質成分が生産されていることを示唆した。但し、B 15 地点ではミズゴケの、B 12 地点ではクマイザサの生育がそれぞれ旺盛であったため、2 mm 以上の泥炭画分中にこれらの新鮮な植物遺体が比較的多く供給され、オレイン酸含量が高くなったものと考えられる。

2 mm 以上の泥炭画分のアラキジン酸収量およびア

ラキジン酸が全脂肪酸に占める割合は、パルミチン酸よりも明瞭に、ミズゴケ群落地点 (B 15~B 17) で低く、クマイザサの生育の旺盛な B 13 地点および B 19 地点周辺で高い傾向を示した。これはアラキジン酸が泥炭構成植物のヨシヤクマイザサの細根に多量に含まれるため¹²⁾と考えられる。しかし、2 mm 以下の泥炭画分では他の脂肪酸と比べてその割合が著しく低かったことは、アラキジン酸が脂肪酸の中では比較的分解を受け易い成分であることを示している。

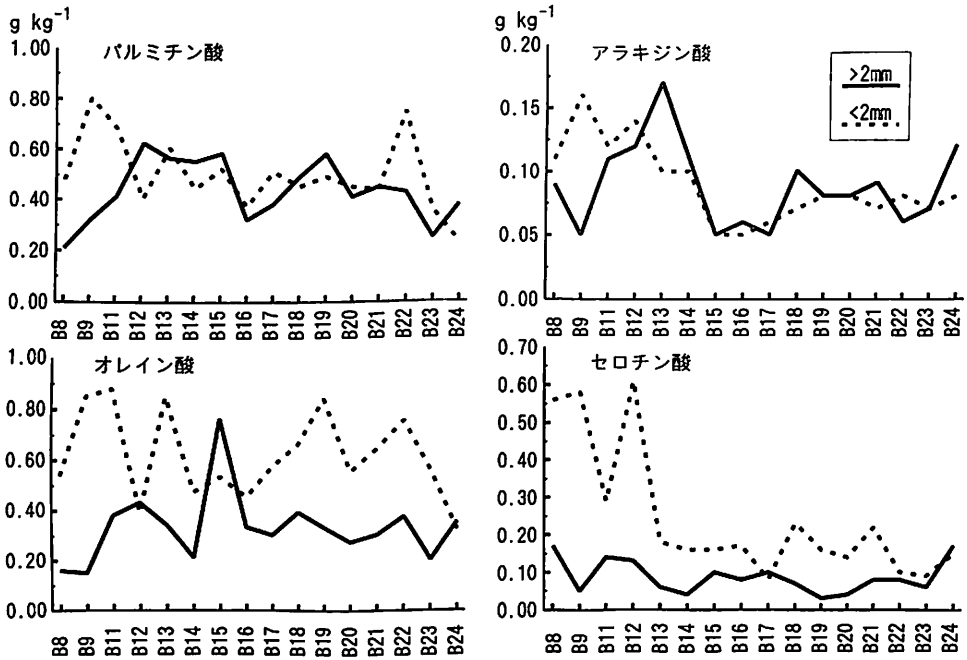
2 mm 以上の泥炭画分のセロチン酸含量は B 15~B 17 地点および B 21~B 22 地点のようなミズゴケ植生が残存している地点でその周辺よりも高くなる傾向を示すと同時に、B 8~B 12 地点および B 24 地点のように泥炭の分解が著しい地点でも高い値を示した (第 2 図)。他方、2 mm 以下の泥炭画分のセロチン酸含量は、B 8~B 12 地点で、著しく多く、また他の大部分の地点でも 2 mm 以上の泥炭画分よりも多かった。また、全脂肪酸に占める割合も大部分の地点で 2 mm 以下の画分の方が 2 mm 以上の画分よりも高かった (第 1 表)。

なお、図表には示さなかったが、ステアリン酸 (C 18)、リグノセリン酸 (C 24)、モンタン酸 (C 28)、メリシン酸 (C 30) もセロチン酸とほぼ類似した傾向を示した。これはこれらの脂肪酸の難分解性を反映したものと考えられる。

2 mm 以上の泥炭画分のステアリン酸含量は、ミズゴケの群落の残る B 15~B 17 地点および B 21~B 22 地点でその周辺の地点よりも高かった。これとほぼ対応して、ステアリン酸が全脂肪酸に占める割合も、B 16~B 17 および B 21~B 23 地点で周辺の地点よりも高くなっていた (第 1 表)。2 mm 以下の画分のステアリン酸含量は 2 mm 以上の画分よりも高かったが、セロチン酸の場合ほど著しくはなかった。前報¹¹⁾にて、ミズゴケの卓越する高位泥炭断面でステアリン酸の収量が高くなる傾向を認めたが、本報においても類似の結果が得られたと言えよう。

4) 脂肪酸の収量の間の相関と主成分分析

美唄泥炭の 2 mm 以上および 2 mm 以下画分の脂肪酸含量について各脂肪酸の収量の間の相関係数を求めた (第 2 表)。危険率 0.1% 以下の高い正の相関が、C 14 と C 16, C 14 と C 18, C 14 と C 18:1, C 16 と C 18:1, C 18 と C 18:1 などの炭素数 18 個以下の脂肪酸の相互間と、C 22 から C 30 までの脂肪酸の相互間に認められた。ステアリン酸 (C 18) は炭素数 18 以下の脂肪酸および炭素数 22 以上の脂肪酸の双方と高い相関係数を示



第 2 図 美唄泥炭地における試料採取位地と脂肪酸収量 (有機物当たり) の関係

第 2 表 美唄泥炭土 (表層泥炭試料) の脂肪酸収量の相関係数^a

脂肪酸 ^b	C 16	C 16 : 1	C 18	C 18 : 1	C 20	C 22	C 24	C 26	C 28	C 30
C 14	0.632***	0.492**	0.639***	0.723***	0.080	0.513**	0.518**	0.448**	0.357*	0.397*
C 16		0.242	0.509	0.680***	0.418*	0.425*	0.249	0.234	0.159	0.243
C 16 : 1			0.199	0.430*	-0.305	0.147	0.206	0.126	0.035	0.092
C 18				0.637***	0.240	0.759***	0.636***	0.630***	0.581***	0.610***
C 18 : 1					0.119	0.545**	0.407*	0.391*	0.321	0.468**
C 20						0.520**	0.435*	0.499**	0.525**	0.534**
C 22							0.919***	0.892***	0.872***	0.832***
C 24								0.971***	0.944***	0.822***
C 26									0.974***	0.881***
C 28										0.907***

^a *** 危険率 0.1%, ** 1%, * 5%.

^b C 14, ミリスチン酸; C 16, パルミチン酸; C 16 : 1, パルミトレイン酸; C 18, ステアリン酸; C 18 : 1, オレイン酸; C 20, アラキジン酸; C 22, ペヘン酸; C 24, リグノセリン酸; C 26, セロチン酸; C 28, モンタン酸; C 30, メリシン酸.

した。アラキジン酸 (C 20) は炭素数 22 以上の脂肪酸との間に正の相関を示したが、相関の有意性は C 22 以上の脂肪酸相互間の相関の有意性よりも低かった。オレイン酸 (C 18 : 1) はミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸と高い正の相関を示したが、炭素数 20 以上の直鎖飽和脂肪酸との間の相関は低かった。また、各種脂肪酸の中でオレイン酸とアラキジン酸の間のみ負の相関係数が認められた。収量自体が少なかったパルミト

レイン酸 (C 16 : 1) はオレイン酸 (C 18 : 1) 以外の脂肪酸との間には有意な相関を示さなかった。

また、脂肪酸の収量の主成分分析を行ったところ (第 3 表), 第 1 主成分 (Z1) に関しては、収量の小さなパルミトレイン酸を除く全ての脂肪酸のベクトルが 0.2 以上となったことから、全体的な脂肪酸収量を示す指標として特徴づけられた。他方、第 2 主成分 (Z2) においては、ミリスチン酸からオレイン酸までの炭素数 18 以

下の飽和および不飽和脂肪酸のベクトルが正の値を示し、炭素数 20 以上の飽和脂肪酸のベクトルが負の値を示した。このことから、第 2 主成分は炭素数 20 未満の脂肪酸群と炭素数 20 以上の脂肪酸群の相対的な割合によって示される脂肪酸組成の質的な指標とみなすことができた。第 3 主成分 (Z3) はパルミチン酸およびアラキジン酸のベクトルが -0.57 および -0.58 と大きな負の値を示していた。パルミチン酸やアラキジン酸はクマイザサに多く含まれたため¹²⁾、第 3 主成分はクマイザサに関して負の特徴を示す因子と考えられた。第 4 主成分 (Z4) はステアリン酸のベクトルが -0.60、アラキジン酸のベクトルが +0.45 であることから、ミズゴケに関して負、クマイザサに関して正の因子と考えられた。

著者らは北海道の主要泥炭地 4 地点から得られた泥炭断面試料についても脂肪酸組成を分析したが¹⁰⁾、この結果についても同様に主成分分析を行ったところ (第 3 表)、第 1 主成分と第 2 主成分の特徴は本研究の試料についての結果と同様であった。

これらの結果は、泥炭に含まれる脂肪酸は炭素数 18 以下の脂肪酸と炭素数 20 以上の脂肪酸に大きく分類できることと、オレイン酸、アラキジン酸などが構成植物の違いを反映して特徴的な傾向を示すことを示した。

炭素数 20 以上と 18 以下の脂肪酸が異なった挙動を示すことについては、湖底や海底の堆積物中の脂肪酸についても既に報告されている¹⁶⁾。堆積物においては炭素

数 18 以下の脂肪酸が主としてプランクトン由来で炭素数 20 以上の脂肪酸が陸成起源の脂肪酸と考察されている⁶⁾。しかし、泥炭有機物の給源は大部分が植物遺体であるから、炭素数 18 以下の脂肪酸は主として易分解性の植物成分およびその代謝生産物に、炭素数 20 以上は主としてワックスや樹脂などの難分解性の脂質に由来すると考えてよいであろう。

5) ステロール組成

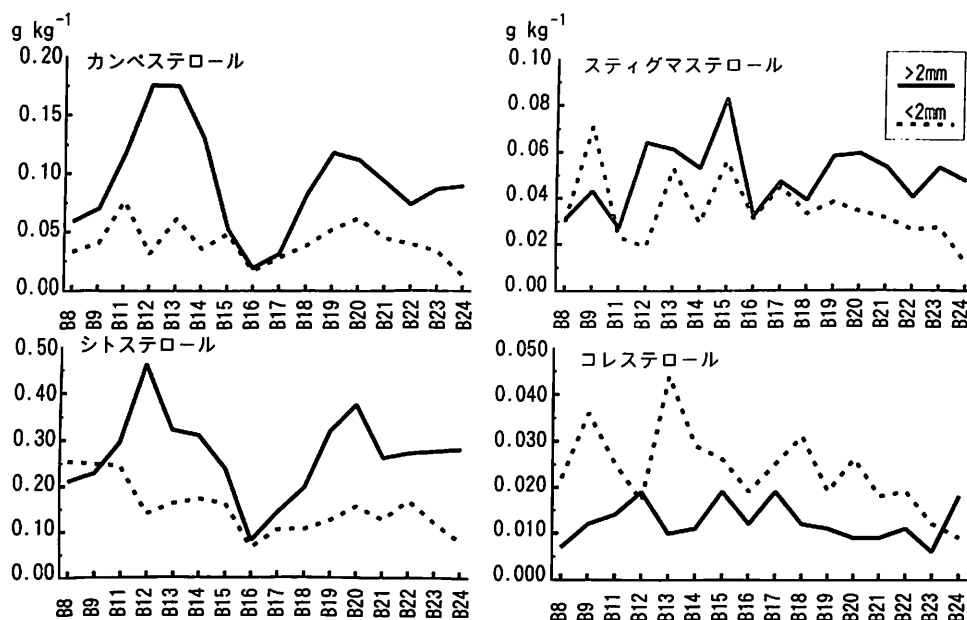
泥炭土から検出された主要なステロールは、β-シトステロール、カンベステロール、スティグマステロール等の植物由来のステロールであったが、主として微生物や動物由来のステロールであるコレステロールも少量検出された。泥炭中の植物由来のステロールについては、上記の他にもブラシカステロール、β-シトスタノール、カンベスタノール、スティグマスタノールなどが報告されている⁷⁾。他方、コレステロールは森林土壌や堆積腐植中²⁾、コンポスト中¹⁷⁾などに存在が報告されている。

2 mm 以上および 2 mm 以下の泥炭画分の各ステロールの収量を第 3 図に示した。カンベステロールおよびシトステロールは 2 mm 以上の粗大な泥炭画分に多く含まれ、B 16 地点を中心とするミズゴケの群落地点では低く、クマイザサの生育が旺盛な地点 (B 12, B 19, B 20 など) では極大値を示した。また、泥炭の分解が進んだ湿原の西の端の地点や 2 mm 以下の泥炭では、収量が少なかった。これは、β-シトステロール

第 3 表 泥炭土脂肪酸組成の主成分分析 (有機物当たり収量の相関行列から)

固有ベクトル	美唄泥炭地表層泥炭 (2 mm 以上および 2 mm 以下)				北海道主要泥炭地 4 泥炭断面の試料 ^{a)} (参考)	
	Z 1	Z 2	Z 3	Z 4	Z 1	Z 2
C 14	0.266	0.416	0.008	-0.055	0.202	-0.459
C 16	0.209	0.369	-0.565	0.178	0.297	-0.402
C 16:1	0.098	0.464	0.464	0.611	0.295	-0.374
C 18	0.319	0.157	-0.036	-0.596	0.173	-0.122
C 18:1	0.262	0.416	-0.122	-0.145	0.083	-0.105
C 20	0.209	-0.304	-0.581	0.445	0.324	0.317
C 22	0.379	-0.088	0.013	-0.069	0.434	0.017
C 24	0.367	-0.149	0.221	0.078	0.381	0.011
C 26	0.367	-0.205	0.172	0.063	0.307	0.174
C 28	0.353	-0.279	0.164	0.040	0.309	0.395
C 30	0.352	-0.190	0.080	0.039	0.324	0.298
固 有 値	6.276	2.078	1.144	0.538	4.549	2.932
寄 与 率	0.571	0.189	0.104	0.049	0.379	0.244
累 積 寄 与 率	0.571	0.759	0.863	0.912	0.379	0.623

^{a)} 著者らが前報¹¹⁾で報告した北海道の主要泥炭地 4 泥炭断面の各層位試料の脂肪酸の収量から計算した。



第3図 美唄泥炭地における試料採取位地とステロール収量(有機物当たり)の関係

およびカンベステロールがミズゴケにはあまり含まれず、クマイザサなどの高等植物に多く含まれること¹²⁾、さらにこれらのステロールは分解を受け易いことを反映したものと考えられる。

スティグマステロールの収量は、シトステロールやカンベステロールと比較すると少なかった。スティグマステロールも植物由来であるが、ミズゴケに含まれるステロールの中ではスティグマステロールが最も多かった¹²⁾。そのため、 β -シトステロールやカンベステロールのようにミズゴケ群落地点で著しく減少する傾向は認められなかった。また、スティグマステロールの収量も大部分の地点で2 mm以上の画分よりも2 mm以下の画分中で少なく、分解を受け易いことを示した。

他方、コレステロール含量は他のステロールと比べて著しく低かった。その含量は湿原全体を通じてあまり大きな変化はなかったが、他のステロールとは反対に、2 mm以下画分の方が2 mm以上画分よりも含量が多かった。これは、コレステロールが植物遺体由来によるのではなく、その分解に関与する動物や微生物の代謝産物に由来するためと考えられた。また、2 mm以下の泥炭画分のコレステロール含量はミズゴケ群落地点よりもササ群落地点で高かった。これはササ群落地点で泥炭の微生物分解が活発なことを反映したものと考えられた。

6) 泥炭の脂肪酸・ステロール組成と泥炭地の環境変化の関連

以上の結果から、泥炭の脂肪酸およびステロール組成には、植生の違いを反映する特徴と泥炭の分解を反映する特徴があることが明らかとなった。

ミズゴケを主な植生とする地点の泥炭土はステアリン酸、セロチン酸などの割合が高くなる傾向があり、他方クマイザサが主要な植生となった地点の泥炭土はアラキジン酸、パルミチン酸、 β -シトステロール、カンベステロールなどの含量が高くなった。

また、泥炭の分解に伴って、パルミチン酸の相対的割合の減少とリグノセリン酸およびセロチン酸などの長鎖の脂肪酸およびオレイン酸の相対的割合の増加、コレステロール含量の増加などの傾向が認められた。

これらの特徴は泥炭の各種分解度指標⁵⁾やフェノール性化合物組成¹²⁾と同様に、泥炭地の環境変化を反映する指標のひとつとして有用なものと考えられる。

4. 要 約

美唄泥炭地では周辺地域の農地開発に伴って地盤沈下、泥炭の分解、ミズゴケ群落の消失、クマイザサの侵入などが進行している。本研究ではこの泥炭地における植生変化と泥炭の分解が脂肪酸およびステロール組成に及ぼす影響について研究した。全脂肪酸含量は分解があ

まり進んでいない2 mm以上画分よりも分解が進んだ2 mm以下の画分で高く、また泥炭の分解の著しい湿原の縁辺の地点では脂肪酸含量が著しく高かった。泥炭の脂肪酸組成はパルミチン酸およびセロチン酸に2つのピークを持つ分布を示した。相関分析および主成分分析の結果からも炭素数18以下の脂肪酸と炭素数20以上の脂肪酸は異なった挙動を示すことが明らかとなった。個々の脂肪酸のうちパルミチン酸およびアラキジン酸はクマイザサの生育の旺盛な地点で多く、他方、ステアリン酸およびセロチン酸はミズゴケ群落地点で多くなる傾向を示した。また、炭素数24以上の脂肪酸は泥炭の分解の著しい地点で著しく多かった。泥炭土からはシトステロール、カンベステロール、スティグマステロール、コレステロールが検出された。コレステロール以外のステロールは植物体由来で分解を受け易く、2 mm以下よりも2 mm以上の画分に多く含まれ、また、クマイザサの生育の旺盛な地点で含量が高かった。他方、コレステロールは植物由来のステロールと比べて微量であり、植物遺体や泥炭の分解に伴って生産されたと考えられ、2 mm以上の画分よりも2 mm以下の画分に多く含まれた。

謝辞 本調査および試料採取を御許可頂き、多くの御便宜を頂いた北海道農業試験場の宮崎直美氏（当時）、粕淵辰昭氏（現在山形大学農学部）、大塚紘雄氏（現在神戸大学農学部）、神山和則氏、宮地直道氏（現在静岡県農試海岸砂地分場）に厚く御礼申し上げる。また、実験を分担した本学学生西嶋慎氏（現北海道中川郡幕別町役場）に感謝する。

文 献

- 1) FUKUSHIMA, A. and ISHIWATARI, R.: Acid and alcohol composition of wax esters in sediments from different environments. *Chem. Geol.*, **47**, 41~56 (1984)
- 2) JAMBU, P., AMBLES, A., JACQUESY, J. C., SECOUET, B. and PARLANTI, E.: Incorporation of natural alcohols from plant residues into a hydromorphic forest podsol. *J. Soil Sci.*, **44**, 135~146 (1993)
- 3) 粕淵辰昭・宮地直道・神山和則：美唄湿原の保全と周辺農用地の管理，*農土誌*，**63**，255~260 (1995)
- 4) 粕淵辰昭・宮地直道・神山和則・柳谷修自：美唄湿原の水環境の特徴と保全，*土肥誌*，**65**，326~333 (1994)
- 5) 近藤錬三・筒木 潔・森 隆一：泥炭地の乾燥化と植生変化に伴う泥炭分解度指標の変化，同上，**68**，527~535 (1997)
- 6) MATSUDA, H. and KOYAMA, T.: Early diagenesis of fatty acids in lacustrine sediments - I. Identification and distribution of fatty acids in recent sediment from a fresh water lake. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **41**, 777~783 (1977)
- 7) PIHLAJA, K. and AALTONEN, R.: The extracts and their sterol contents in some bogs of southwestern Finland; in International symposium on peat/peatland characteristics and uses, Ed. S. SPIGARELLI, p. 272~288, Bemidji State University Center for Environmental Studies, Bemidji, Minnesota, U.S.A. (1989)
- 8) RHEAD, M. N., EGLINTON, G., DRAFFAN, G. H. and ENGLAND, P. J.: Conversion of oleic acid to saturated fatty acids in Severn Estuary sediments. *Nature*, **232**, 327~330 (1971)
- 9) TSUTSUKI, K., ESAKI, I. and KUWATSUKA, S.: CuO-Oxidation products of peat as a key to the paleo-environmental changes in a wetland. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **40**, 107~116 (1994)
- 10) TSUTSUKI, K. and KONDO, R.: Lignin-derived phenolic compounds in different types of peat profiles in Hokkaido, Japan. *ibid.*, **41**, 515~528 (1995)
- 11) TSUTSUKI, K. and KONDO, R.: Change in fatty acid composition with age and environment in different types of peat profiles in Japan. *ibid.*, **43**, 285~294 (1997)
- 12) 筒木 潔・近藤錬三：泥炭地植物のフェノール性化合物、脂肪酸、ステロール組成，*土肥誌*，**68**，37~44 (1997)
- 13) 筒木 潔・近藤錬三：泥炭地植物の加水分解中性糖組成，同上，**68**，45~51 (1997)
- 14) 筒木 潔・近藤錬三：各種泥炭土および泥炭地植物の加水分解中性糖組成の対比，同上，**68**，387~394 (1997)
- 15) 筒木 潔・近藤錬三：泥炭地の乾燥化と植生変化に伴うフェノール性化合物組成の変化，同上，**68**，536~543 (1997)
- 16) TSUTSUKI, K., KONDO, R., SHIRAISHI, H., KUWATSUKA, S. and Ohnohara Wetland Research Group: Composition of lignin-degradation products, lipids, and opal phytoliths in a peat profile accumulated since 32,000 years B.P. in Central Japan. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **39**, 463~474 (1993)
- 17) van BOCHOVE, E., COUILLARD, D., SCHNITZER, M. and SCHULTEN, H.-R.: Pyrolysis-field ionization mass spectrometry of the four phases of cow manure composting. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **60**, 1781~1786 (1996)