

泥炭および泥炭地下水の有機物について

—炭化水素鉱床における有機物の研究 その1—

牧 真 一*

Organic Matter of Peat Bog and its Underground Water
Part 1. Studies on Organic Matter in Hydrocarbon Deposits

by

Shinichi Maki

Abstract

In order to research the organic matter in hydrocarbon deposits, it is important that studies of quantity, property and distribution of organic matter in the recent reducing environment, and of relation with natural gas are carried out. Lake and marine sediments and peat bog represent the recent reducing environment. The writer already reported his previous interpretation about the distributions of organic carbon and nitrogen in sediments of Lake Hamana-ko.

But in this report, the writer describes that the both properties of organic matter and connate water of peat bog, change with depth and anaerobic—anaerobic environment, and also the quantity of the dissolved methane gas in the connate water is correlated with C/N ratio of its organic matter.

要 旨

炭化水素鉱床における有機物の研究にあたり、炭化水素鉱床が、その生成初期の段階において、経なければならぬ地層堆積時の空間における有機物の量的・質的变化、その分布を検討し、これらと天然ガスとの動的な関係を考察することが重要である。この研究のため汽水湖である浜名湖について、昭和31年3月、地球化学的研究を本島公司らとともに行なつたが¹⁾、そのさい筆者は、湖底堆積物の有機炭素・窒素について研究を分担した。今回は現世代還元堆積のさらに別のタイプを代表する泥炭地について、泥炭および泥炭地下水の有機物の分解過程を調べ、その有機炭素・窒素の分布から、メタンガスと有機炭素・窒素の関連を検討し、既存ガス鉱床との関係を究明することが、この報告の目的である。

泥炭および泥炭地下水の有機炭素・窒素の分布から明らかになつたことは次の通りである。

1) 泥炭の有機物について、その分解度を有機炭素・窒素・C/N比から考察すると、堆積時間、堆積要素の差(好気・嫌気状態)の影響よりも、無機物(主として粘土)の混入による分解促進の方が大である。したがつて、無機物の少ない泥炭はきわめて分解が遅い。また一般に深度の増加とともにC/N比の値は、他の現世代堆積物が示す平均値10に近づく。

2) 泥炭地下水の有機炭素/有機窒素、無機炭素/有機炭素はメタン発生と大いに関連し、メタン発生により、前者の比は減少し、後者は増加する。またこれに溶存する塩(電解質)の増加により、溶存有機物の量的・質的变化が認められた。

1. 緒 言

当所においては、戦後天然ガス鉱床の地化学調査が行なわれ、多くの研究成果があげられてきた。この地化学調査では、主としてメタン発生のための原物質と考えられる有機物から、地下水で生成され、保存されたと考えられる物質についての、数多くの資料から、地球化学的考察をすることが、まずなされ、これら生成され、保存されたと考えられる生成物の特徴について、地質的・物理的・化学的条件を考慮して、ガスの発生・蓄積・分布について調査をしてきた。この生成物の大部分は(例えば、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、遊離 CO_2 、pH、I⁻、Br⁻、KMnO₄、cons.、P等)、いずれも有機物に起因すると考えられるものが多く、したがつて、これらの生成・保存状態を究明し、また、残存有機物の分解過程、分布、組成の変化を調べ、現生成物質との相互関係から、炭化水素鉱床の成立の一般的方向を知り、新しい探査技術をみいだすうゑに、基礎的なことであると考

* 技術部

さて、この有機物はきわめて複雑な組成をなし、簡単に分析することはきわめて困難であるが、有機物を構成する元素の数は、微量元素を除けば比較的少なく、水素・炭素・窒素・酸素・硫黄・燐などからなっている。これらの元素のうち、炭素・窒素が分解の比較的良い指示元素になるものとして、土壌学や湖沼学の方面では、古くから使用されてきた。とくに炭素・窒素比、すなわち炭素率をもつて分解度合を表わしていることが多く行なわれている。一般の現世代堆積物では、多くの場合炭素・窒素比は8~12の範囲にあり、さきに浜名湖の底質について筆者が分析した結果¹⁾も、8~11の値を示した。この現世代堆積物の C/N 比が一定値を示すことは、一般に次のように考えられている。

有機物中の炭素は微生物のエネルギー源となり、窒素は栄養源となる。炭素が過剰にあるときは、微生物の活動が盛んで、炭素は炭酸ガスとなり、放散あるいは蓄積される。窒素は蓄積されるが、炭素が少ない場合には、活発には行なわれず、窒素は栄養源として働き、アンモニア態、さらに硝酸態となり放散される。このようにして、炭素 10 に対して窒素 1 の割合で平衡が保たれる。

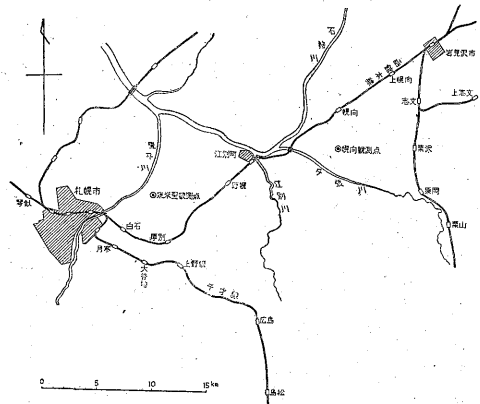
いま、現代および現世代堆積物の C/N 比の数例を下記に示す。

	C/N 比
植物の葉・茎など	60 以上
泥 炭	40~100
湖底堆積物	6~ 12
湖水有機物	8~ 12
土壌(表土)	8~ 16
海洋堆積物	5~ 15

これらでみられるように、分解の進んだ堆積物は 8~15 であつて、大体 10 前後に落着くようである。筆者は有機物研究の第 1 段階として、まず C/N 比が炭化水素(主としてメタンガス)の生成によつて、いかに変化するかを検討するため、本島公司らによつて、昭和 31 年および 32 年度に行なわれた石狩泥炭地(東米里・幌向)のメタンガス発生に関する地球化学的観測にさいして、有機物の研究部門を担当した。こゝでは泥炭および泥炭地下水の有機炭素・有機窒素について調査・研究を行なつた結果について報告する。

2. 位置・地形および地質

測定場所は泥炭観測が行なわれたと同一地点の、北海道札幌市郊外厚別原野の東米里および石狩国幌向村幌向原野の各 1 地点である(第 1 図)。東米里は札幌市の東約 10 km、厚別原野の高位泥炭地と低位泥炭地の境附近に位置している。幌向は江別市と幌向村にわたる幌向原野



第 1 図 位置 図

のほゞ中心に位置し、代表的高位泥炭地である。

これらの泥炭地は、札幌市の北北西、紅葉山砂丘の内陸側に、かなり広範な地域にわたつて分布する泥炭地で、厚別原野はその西の大谷原野に接し、北は豊平川をへだてて対雁原野に接している。

幌向原野はその大部分は江別幌向原野の南部に接続し、三方は江別・夕張・清真布各河川に囲まれている。各原野の高位泥炭は、泥炭形成最後の段階の産物であつて、一般に泥炭地の中央部から周辺に向かつて形成、発達することが知られている。したがつて、分布は泥炭地原野の中央部に限られている。東米里・幌向とも、泥炭の層厚はそれぞれ 6.3 m および 6.0 m で、ともに 6 m 前後を示し、幌向では 3.6~4.1 m の間に、層厚 0.5 m の粘土層(こゝでは仮りに第 1 粘土層と呼ぶ)を挟む。なお東米里の測点近くに、北海道地下資源調査所で試掘された深度 300 m の坑井があり、その資料によると 6 m 以深の粘土層は 25 m の厚さを有し、その下の 40 m 附近にあるかなり厚い砂礫層が特徴的で、これが江別・幌向地区まで分布していることから、この砂礫層は沖積世と洪積世との境を示すものかもしれないとされている²⁾。

3. 泥炭地の構成状態および気象

3.1 泥炭地の構成状態

1) 東米里は高位泥炭地であるが、低位泥炭地の境附近に位置している。表土は無機物を多く含み、その一部は火山灰によるもので、この火山灰は灰白色を示し、沖積世最新期における火山活動、すなわち樽前火山などに関係するものといわれている。泥炭層に関する植物景は、北海道農業試験場土性調査報告²⁾によれば第 1 表 a に示した植物から構成されている。

2) 幌向は高位泥炭地で、東米里と同様に表層に火山灰を含む。この地域は石狩川などの流路が迂曲して、流水が緩慢なため、融雪・降雨が長期にわたるときは、は

泥炭および泥炭地下水の有機物について (牧 真一)

第1表 a 東米里泥炭構成植物

深度 (cm)	層厚 (cm)	構成植物	土色	分解度
6.0	6.0	ホロムイソグ・ミズゴケ	黒褐	やゝ
9.0	3.0	火山灰		
70.0	61.0	ホロムイソグ・ミズゴケ (ツルゴケモモ・ヌマガヤを含む)	褐	//
91.0	21.0	ホロムイソグ・ミズゴケ (火山灰を含む)	//	//
182	91.0	ワタスグ・ミズゴケ (ホロムイソグ・ヌマガヤを含む)	赤褐	//
273	91.0	ヌマガヤ・ホロムイソグ・ミズゴケ (ミカズキソウ・ヤチヤナギを含む)	褐	//
357	84.0	ヨシ・ホロムイソグ (ミズゴケ・ヤチヤナギを含む)	黒	//
393+	36.0+	スグ (ヨシ・ミズゴケ・ヤチヤナギを含む)	黒褐	//

第1表 b 幌向泥炭構成植物

深度 (cm)	層厚 (cm)	構成植物	土色	分解度
115	115	ホロムイソグ 上部火山灰を含む ミズゴケ (ウルゴケモモ・ヌマガヤを含む)	褐	やゝ不良
182	67	ホロムイソグ・ミズゴケ (ツルゴケモモ・ヌマガヤを含む)	赤褐～褐色	//
243	61	ワタスグ・ミズゴケ (ホロムイソグ・ウルゴケモモを含む)	褐	//
289	46	ヤチヤナギ・ミズゴケ・ホロムイソグ	//	//
347	58	ホロムイソグ・ミズゴケ (ツルゴケモモ・ヤチヤナギを含む)	//	//
365	18	ミズゴケ (ホロムイソグ・ワタスグ・ツルゴケモモ・ホロムイソウ・ヤチヤナギを含む)	//	//
395	30	ホロムイソウ・ミズゴケ (ホロムイソグ・ヨシ・ツルゴケモモを含む)	//	//

ん濫を蒙ることが多く、したがって幌向原野はその大部分が高位泥炭地をもつて形成され、周辺に幅狭い低位泥炭で囲まれている。

これらの植物景を同じく北海道農業試験場土性調査報告³⁾により第1表 b に示す。

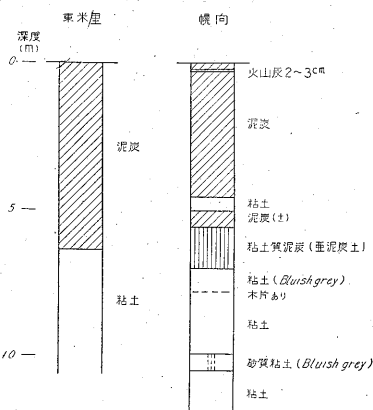
しかしわれわれが試料を採取した場所は、3.6 m と 4.1 m に粘土層を有し、それ以下が泥炭土^{註1)}であつて、第1表 b の各層厚と多少異なつているが、附近の柱状分布図もほとんど同じであることから、出現の順序はこれでさしつかえないと考える。

東米里・幌向の柱状図を第2図に示す。

3.2 気象

東米里・幌向測点附近の気候は、石狩平野低地地帯に位置しており、日本海面気象の特徴を示す。すなわち、道内各地に比較して、気温は一般に温暖で、年間気温平均値は 7.1°C である。またこの地方を通過する季節風は春季に著しい。年降水量は 1,000 mm を超し、夏季よりも秋季にかけて多雨・多湿となり、この時期は曇天

註 1) 泥炭土とは主として多少腐食化した植物残体が自然に集積してできた土壤で、その有機物含量 50% 以上、20~50% を亜泥炭土としているが、農業試験場では 20% 以上を泥炭土としている。



第2図 泥炭柱状図

日数が多い。

4. 試料採取および分析法

4.1 試料採取

4.1.1 泥炭の場合

泥炭試料はスパイラルボーリングによつた。目的の深度のものを、できるだけ純度よく採取するため、スパイラル・ピットに採取された泥炭のうち、表面および上部

第2表 a 東米里泥炭地下水現地観測値

深度 (m)	測定月日 1956年	水温 (°C)	pH	Red. pot. (mV)	dis. (N ₂ +etc.) (cc/l)	dis. O ₂ (cc/l)	Cl ⁻ (mg/l)	Excess base (meq/l)	NH ₄ -N (mg/l)	Total CO ₂ (mg/l)
0.35	8月23日	16.9	—	—	13.7	4.08	—	0.00	0.67	77
	24	—	—	+187	13.3	3.57	3.1	0.00	0.72	82
	25	17.7	5.24	+232	13.2	3.83	4.8	0.00	1.11	55
	26	17.9	5.05	+236	12.9	4.12	5.1	0.00	0.67	77
0.60	8月23日	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	24	—	—	—	—	—	6.4	0.00	1.26	(132)
	25	18.2	5.25	+194	13.7	3.97	6.8	0.00	1.30	88
	26	18.0	5.13	+198	15.7	2.80	7.4	0.00	1.20	97
1.00	8月23日	—	—	—	—	—	8.5	0.14	1.35	(82)
	24	19.4	5.39	+175	23.8	0.33	8.1	0.00	1.57	132
	25	17.5	5.11	+170	23.4	0.14	8.4	0.08	1.87	143
	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.00	8月23日	16.8	—	—	25.6	0.34	8.5	0.24	1.10	187
	24	15.8	5.39	+168	19.5	0.57	8.1	0.04	1.24	154
	25	13.7	5.20	+225	23.2	0.27	8.4	0.06	1.26	130
	26	14.1	5.18	+205	22.3	0.33	8.6	0.04	1.14	142
4.50	8月23日	—	—	—	38.9	0.21	59.7	0.54	3.40	220
	24	12.2	5.51	+118	47.2	0.58	56.2	0.56	3.42	(187)
	25	12.6	5.55	+155	44.6	0.58	57.0	0.56	3.34	253
	26	12.5	5.58	+151	42.7	0.37	57.5	0.52	3.38	258
6.30	8月23日	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	24	—	6.20	+ 8.4	33.2	0.39	173	4.28	5.31	297
	25	—	6.23	+11.4	—	—	166	3.80	(4.66)	264
	26	12.8	6.32	+12.6	22.6	0.72	167	3.88	5.22	253

() 値は平均値算出の場合除外した

分析：地質調査所・名古屋大学地球科学教室

半分(約15cm)は途中の泥炭の恐れがあり破棄し、下部の内部のもののみ20~30cm間隔で採取した。図表には一応この中心位置を深度位置として示したが、これらは平均値を意味することになる。この採取した泥炭はビニール袋に入れ、できるだけ早く60~70°Cで2日間乾燥を行なった。

4.1.2 泥炭地下水の場合

泥炭地下水の採取法は、泥炭の観測報告⁹⁾に詳しく述べてあるので詳細を省くが、各目的深度ごとに硬質塩化ビニールパイプ(径2吋)を挿入し、空気を遮断し、注射器で採水した。なお0.25m, 0.35m, 0.5mの各層は三角ロートを逆に挿入し、注射器で採水した。この採水したものに、小サジ1杯の粉末硫酸銅を入れ、微生物の活動を抑制し、空気を遮断密栓したものを分析試料とした。

4.2 分析法

4.2.1 泥炭の分析

乾燥試料をできるだけ細かく乳鉢で粉碎、繊維質で粉碎の困難なものは、鋏で細断した後粉碎した。これを秤量瓶に入れ、60°Cで乾燥、デシケーター中に放置、分析試料とした。

灼熱減量：100°C乾燥試料の1,000°C, 1時間灼熱

による減量を100°C乾燥試料に対する%で示した。

無機炭素：水の全炭酸測定器¹⁰⁾を使用し、硫酸を加え分解してできた炭酸ガスを水素で追い出し、水酸化バリウムに吸収、塩酸で滴定算出した。

有機炭素：大部分小山忠四郎の湿式炭素測定法⁹⁾によつた。試料にクロム酸銀50mg, 重クロム酸カリ0.3g, 硫酸カリ1gを加え、加熱して分解し、有機・無機炭素を無機炭素測定の場合と同様、水酸化バリウムに吸収させ、塩酸で滴定算出した。この値は全炭素であるので、これから無機炭素を差し引き、有機炭素とした。なお一部は微量元素分析装置により行なつた(コデー中のやゝ炭化された泥炭については元素分析装置を採用した)。

無機窒素：空気追出法による。試料に炭酸カリの飽和液と10%塩化カリ液とを各10cc加え、空気で追い出し、約0.1N硫酸に吸収させたものを一定量に希釈し、ネスラー試薬で比色定量した。NO₂⁻, NO₃⁻は地下水に認められないので考慮をしなかつた。

有機窒素：ケルダール法による。分解剤はセレン¹¹⁾, 硫酸カリ¹⁰⁾を使用した。この場合も炭素と同様、全窒素が測定されるので、無機窒素を差し引き、有機窒素を算出した。

4.2.2 泥炭地下水の分析

第2表 b 幌向泥炭地下水現地観測値

深度 (m)	測定月日 1957年	水温 (°C)	pH	Red. pot. (mV)	dis. (N ₂ +etc.) (cc/l)	dis. O ₂ (cc/l)	Cl ⁻ (mg/l)	Excess base (meq/l)	NH ₄ -N (mg/l)	Total CO ₂ (mg/l)
0.25	8月15日	19.05	5.3				5.0	0.1~0.15	0.08	83.5
	16	18.4			13.2	1.20	6.4	"	0.10	69
	17	—	5.52	+206	12.9	2.74	6.4	"	0.08	
	18	—								
0.50	8月15日	19.05	5.2				5.4	0.1~0.15	0.14	89.5
	16	18.2			14.8	0.0	6.7	"	0.18	134
	17	19.1	5.08	+168	15.7	0.07	6.8	"	0.25	
	18	—								
1.00	8月15日	18.9	4.9		14.9	0.17	6.4	0.1~0.15	0.83	144
	16	17.9			15.4	0.17	6.5	"	0.15	162
	17	18.5	4.87	+178	14.9	0.13	6.4	"	0.08	
	18	18.7								
1.88	8月15日	17.9	5.0		16.5	0.08	7.4	0.1~0.15	0.62	149
	16	16.3			17.6	0.14	7.1	"	0.20	171
	17	17.0	4.75	+177	17.7	0.0	7.7	"	0.28	
	18	16.7								
2.80	8月15日	14.4	5.0		22.3	0.14	7.4	0.1~0.15	1.2	185
	16	13.0			20.0	0.0	7.4	"	1.3	194
	17	13.9	4.72	+159	22.5	0.0	8.3	"	1.0	
	18	14.2								
3.60	8月15日	12.9	5.5		30.0	0.03	7.7	0.35	3.3	264
	16	11.5			28.3	0.13	7.8	0.33	4.7	346
	17	12.9	5.41	+55.2	27.4	0.14	8.5	0.33	4.7	339
	18	12.7								
4.10	8月15日	—	5.4		31.2	0.0	9.9	0.30	4.7	249
	16	11.9			28.0	0.10	8.5	0.33	6.0	260
	17	13.1			23.5	0.08	8.0	0.29	5.6	210
	18	13.0	5.51	+70.8	32.8	0.10	8.8	0.40	3.8	196
6.00	8月15日	—	6.05	—	23.8	0.0	9.3	0.65	5.4	271
	16	—	—	—	37.7	0.17	8.8	2.8	19.0	528
	17	12.1	6.03	-33.0	35.6	0.17	8.8	2.2	18.0	457
	18	12.5	6.02	-30.6	35.9	0.33				

分析：地質調査所・名古屋大学地球科学教室

無機炭素：現地において分析した。分析法は水の全炭酸測定法により硫酸で分解、水素で追い出し、これを水酸化バリウムに吸収させ、N/20 規定塩酸で滴定算出した。なお一部微量拡散分析法¹³⁾によつた。

有機炭素：試料に硫酸を加え、ウォーターバスで濃縮後、泥炭における場合と同様、湿式炭素測定法で測定した。この場合は、無機炭素は除かれているので差し引く必要はない。本分析では行なわなかつたが、揮発性有機物のある場合は、アルカリ性で減圧濃縮することが望ましい。

無機窒素：空気追出法によつた。無機炭素の場合と同様、現地で分析を行なつた。

有機窒素：有機炭素の場合と同様に、硫酸酸性で濃縮後、ケルダール法によつて分析した。前記同様、揮発性有機物のある場合は、アルカリ性で減圧濃縮が望ましい。

以上地下水の場合は、分析に先だち、試料を硫酸酸性にして硫酸銅を溶解した後、泥炭のごみを除くため、No. 3 ガラスフィルターを通し、静置の後、上澄液を使用した。

5. 分析結果および考察

この研究に供した泥炭および泥炭地下水は、泥炭については東米里・幌向とも1957年8月に採泥したもので、泥炭地下水の方は東米里は1956年8月採水、分析し、幌向は1957年8月採水分析したものである。泥炭地下水は、東米里・幌向とも4日間の連続観測を行ない、均一性について試験した。観測成分は水温、pH、酸化還元電位、溶存ガス、dis O₂、Cl⁻、Excess base、NH₄-N、Total CO₂、NO₂-Nであつて、これらの値を第2表 a, b に示す。この成分の個々について、また相互関係および水溶性天然ガス鉱床地下水との関係は、本島公司により

詳細に報告されているので略し、とくに関係の深い水温、pH について簡単に述べる。

水温は東米里・幌向とも深度約 2.00 m までは 16.9 ~ 19.4°C で上下層間に温度の変化は認められない。2.00 m 以下は深部の 6.00 m まで次第に水温は下り、東米里・幌向とも 12°C 前後に降下している。このことから深度 2.00 m までは大気的气温、および降雨の影響を受けることがわかる。このことは溶存酸素などからも明らかに認められる。

pH は東米里・幌向とも下層に行くにしたがつてアルカリ性側に移行している。水温の場合と同様に、深度 2.00 m までは東米里では 5.0~5.4 で、幌向は深度 2.80 m まで 4.7~5.0 (深度 0.25 m で pH 5.5~5.3 は前日

の降雨の影響によるものと思われる) と、やゝ東米里より酸性であるが、上下層間の変化はほとんど認められない。粘土直上の深度 6.00 m 前後では急激にアルカリ性側に移行している。これは表でみられるように Excess base, Total CO₂ の増加から当然のことである。

次に泥炭・泥炭地下水中の有機炭素・窒素について分析した結果について述べる。

5.1 泥炭有機物の垂直分布

泥炭の分析結果を深度別に東米里を第3表に幌向を第4表に示す。

各深度別に灼熱減量・無機炭素・有機炭素・無機窒素・有機窒素および有機炭素/有機窒素比を示した。これら

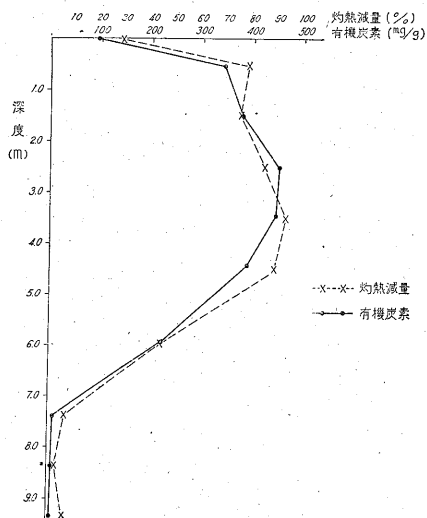
第3表 東米里泥炭炭素・窒素分析値

深度 (m)	灼熱減量 (%)	無機炭素 (mg/g)	有機炭素 (mg/g)	無機窒素 (mg/g)	有機窒素 (mg/g)	Org. C/ Org. N
表土	28.9	0.034	96.5	0.023	6.34	15.2
0.4~0.6	78.5	—	344	0.073	14.6	23.5
1.4~1.6	75.7	—	376	0.070	13.5	27.8
2.3~2.6	84.9	—	453	0.044	13.5	33.6
3.2~3.6	93.6	—	447	0.010	13.1	34.1
4.2~4.5	89.2	0.035	387	0.011	11.1	34.8
5.8~6.0	43.6	0.032	224	0.098	8.67	26.1
7.25~7.50	6.90	0.269	11.4	0.086	1.17	9.8
8.25~8.50	3.47	0.568	11.6	0.048	1.01	10.5
9.25~9.50	6.22	0.210	10.3	0.062	0.93	11.1

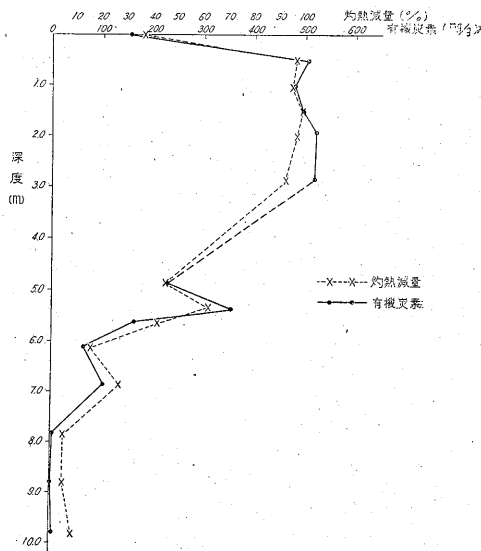
第4表 幌向泥炭炭素・窒素分析値

深度 (m)	灼熱減量 (%)	無機炭素 (mg/g)	有機炭素 (mg/g)	無機窒素 (mg/g)	有機窒素 (mg/g)	Org. C/ Org. N
表土	37.8	—	154	0.139	9.48	16.3
0.5	96.5	—	509	0.149	5.97	85.2
1.00	94.7	—	477	0.120	6.09	78.2
1.50	98.9	—	494	0.031	6.71	73.5
1.5~2.1	96.7	0.038	502	0.076	8.50	59.2
2.6~3.1	92.2	0.027	516	0.042	14.50	36.1
3.6~4.1	—	0.27	26.6	0.169	1.48	18.0
4.6~5.1	45.4	0.085	229	0.338	8.95	25.6
5.1~5.6	62.4	0.082	355	0.080	10.72	33.0
5.6~6.1*	42.0	0.099	162	0.063	9.99	16.2
5.6~6.1	15.8	0.101	64.0	0.062	4.26	15.0
6.5~7.1	27.4	0.029	105	0.055	5.39	19.5
7.6~8.1	5.50	0.068	6.45	0.023	1.48	4.35
8.6~9.1	5.13	0.145	4.06	0.024	0.872	4.66
9.6~10.1	8.75	0.108	7.08	0.029	1.24	5.72

* スパイラル・ビットにて採泥した場合、とくに上部のみ採取した



第3図 東米里泥炭灼熱減量と有機炭素の関係



第4図 幌向泥炭灼熱減量と有機炭素の関係

の分析値について、東米里・幌向の共通事項を説明する。

灼熱減量と有機炭素量は第3, 4図に図示するように、東米里・幌向とも同じ傾向を示すことは、灼熱減量が有機物の大部分を表わすことから当然のことである。一般土壌における有機物と有機炭素量との関係は比較的多くの研究があり、有機炭素量の1.724倍が多くの資料により有機物の量とされている。泥炭の場合は、ほとんどが有機物そのものであるため、これらと比較することは適当と思われないが、泥炭では有機炭素量の2.0倍が灼熱減量となつているので、灼熱減量は大部分有機物とみなしてさしつかえない。

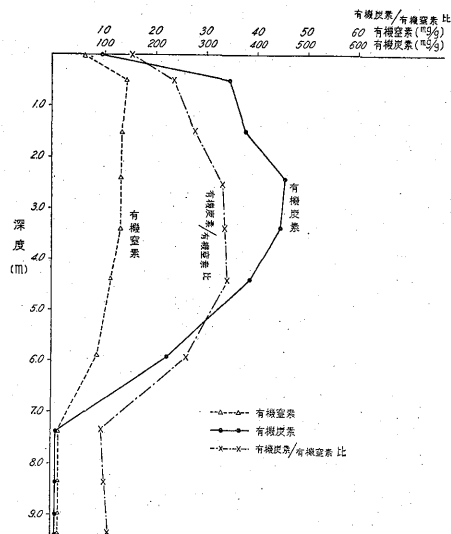
無機炭素は泥炭においてはすべて0.1%以下で全炭素は有機炭素としてさしつかえない。粘土層においては無機炭素は10%を越すものもあり、無視することはできない。

無機炭素量は東米里の泥炭では0.1%以下であるが、幌向の泥炭ではやゝ多く含まれ、4%近い数値を示すもの(第1粘土層直下の4.6~5.1m)がある。また幌向においては表土より1.0mまでは、有機炭素量は東米里の半分に対し、無機炭素は2倍近くの値を示し、無機炭素を無視して炭素率を考へることはできない(第三紀層のガス鉱床におけるコア中の無機炭素量は、しばしば有機炭素より多い場合があり、有機炭素/有機炭素比を考へる場合にはとくに注意が必要である)。

有機炭素/有機炭素比は灼熱減量の少ない泥炭、すなわち有機物の少ない泥炭では第5, 6図でみるように減少が著しい。これは一般泥炭についてS.A. Waksman, K.R. Stevensらが下記のように論証している。高位泥炭に土砂が混入するときは、有機物の分解は早くなる。またこの分解はセルローズの大半とセミセルローズの一部が分解されて、粗蛋白質とリグニン腐植複合体のなかにとり入れられる。この傾向は下部の低位泥炭では一層はなはだしい。これらのことから有機炭素/有機炭素比の減少を理解することができる。幌向の第1粘土層上部の泥炭は、無機物が少なく有機物が多いので、上記の理由でなく、低位泥炭への移行による減少と考へる。

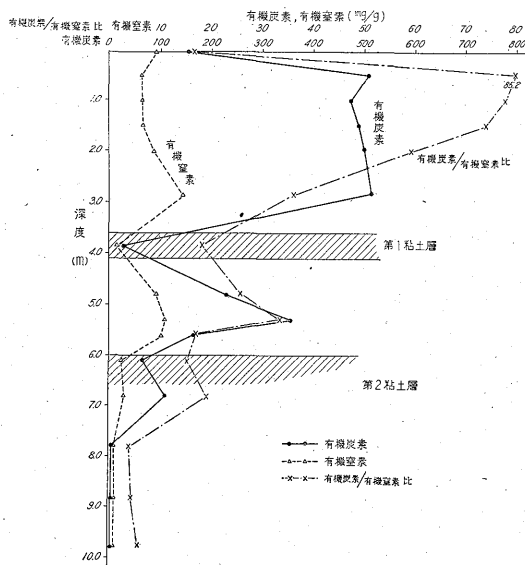
5.1.1 東米里泥炭有機物の垂直分布

東米里の泥炭分析値からこの値を第5図に図示する。表土においては、無機物が多く、有機炭素96.5 mg/g、窒素6.34 mg/gと少なく、大気とよく接していること、また無機物が多いため、分解が早く、したがって有機炭素/有機炭素比の値も小さい。有機炭素は深度2.3~2.6mまで増加し、ここで最大値453 mg/gを示し、以下次第に減少し、粘土層直上では224 mg/gとなり、粘土層では10.3~11.6 mg/gと一定した値を示した。有機炭素は1.4~3.6mまでは大きな変化なく、以下次第に減少し、



第5図 東米里泥炭有機物分布図

粘土層では1 mg/g前後となつた。有機炭素/有機炭素比は、有機炭素の変化が有機炭素に較べ小さいので、有機炭素と同様な傾向を示す。2.3~3.6m間で34の値を示し、ほとんど一定した値であるが、以下減少し、粘土層直上では26.1, 粘土層では7.25~7.50mでは9.8, 8.25~8.50mでは10.5, 9.25~9.50mでは11.1と10前後で他の現代堆積物の値に一致した値を示した。筆者が浜名湖の底質の有機炭素/有機炭素比の垂直分布を調べた結果も、0~1.2mまでは9.2~10.6とよく一致している。したがって、この粘土も一般湖沼における堆積環境と同様な環境で堆積されたものと考えられる。



第6図 幌向泥炭有機物分布図

第5表 北海道土壤の深度別 C/N 値

宗谷稚内			宗谷浜頓別			中川郡常盤村		
深度 (cm)	土質	C/N	深度 (cm)	土質	C/N	深度 (cm)	土質	C/N
4~13	植土	12.31	2~11	砂土	16.23	2~9	植土	13.75
13~42	//	12.99	11~43	//	13.10	9~19	粘質植土	9.87
42~68	重粘なる植土	9.27	43~61	//	7.30	19~29	礫を含む植土	8.73
68以下	礫土	3.81	61以下	//	4.62	29~63	//	4.30
						63以下	礫土	3.19

5.1.2 幌向泥炭有機物の垂直分布

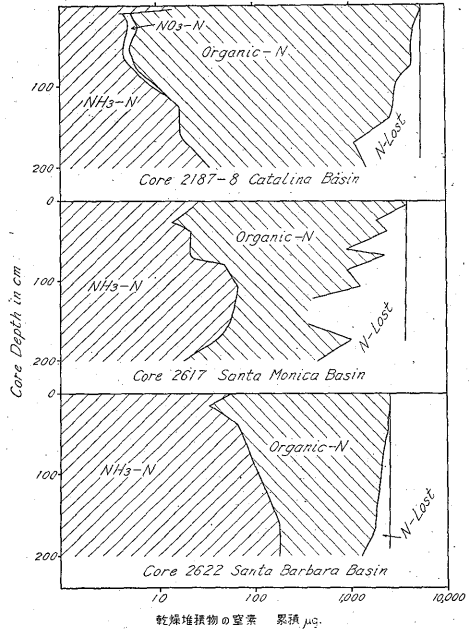
前記したように、幌向は高位泥炭の代表的なものと考えられる。有機炭素は0.5~3.1 mまでは500 mg/g前後でほとんど一定した値を示し、東米里の最大値453 mg/gより50 mg/g多い。第1粘土層以下は粘土質泥炭となり、急激に有機炭素を減少する。5.1~5.6 mと6.6~7.1 mでは、やゝ増加を示したが、これは木片の認められた所で、原物質の差異によるものである。第1粘土層の有機炭素は26.6 mg/gと非常に多く、第2粘土層は4~6 mg/gで東米里の半分である。

有機窒素は高位泥炭の特徴で非常に少なく、0.5~1.5 mでは6 mg/gで東米里の半分の値である。これは高位泥炭は1%以下である¹⁰⁾とされていることとよく一致している。2.6~3.1 m以下で急に増加しているのは、高位泥炭より低位泥炭への移行と考えられる。前記植物景でも6層、7層でスゲ、ヨシが観察される。粘土層は0.87~1.48 mg/gと東米里よりやゝ多い。

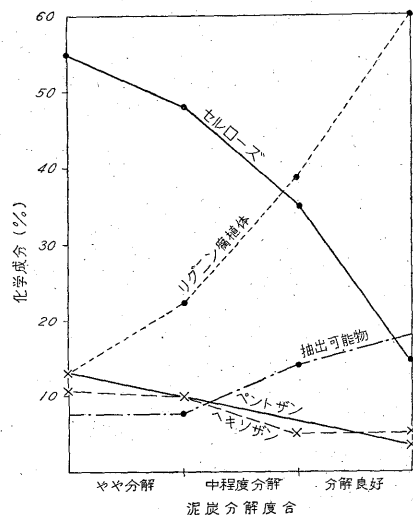
有機炭素/有機窒素比については、0.5 mでは炭素が多く、窒素が少ないため最大値の85.2を示した。これ以深は減少し、第1粘土層直下では36.1と減じた。木片の認められた有機炭素量の異常場所は有機炭素/有機窒素の値も高い。第2粘土層直上では15.0と東米里より低く、分解が進んだ植土^{註2)}となつている。

第1粘土層においては有機炭素/有機窒素は18.0と、やゝ一般の粘土より高い。この粘土層は泥炭に上・下を挟まれた0.5 mの層厚のもので、泥炭有機物の存在の下で堆積されたものと思われる。第2粘土層では有機炭素/有機窒素比は4.3~5.7と小さく、東米里で10前後であるのに対し、理解できない。しかし石塚喜明・佐々木清一らによつて、北海道の土壤の風化過程を深度別に研究された資料⁹⁾から、その3例を第5表に示すと、C/N比はいずれも表層より深度の増加とともに減少し、低部においては無機物の増加により4~5に減少している。これは幌向においては、第1粘土層以下の泥炭が、

註2) 植土とは、粘土50%以上を含み、腐植有機物が多いが20%以下であるものをいう。



第7図 a Catalina basin, Santa Monica basin, Santa Barbara basin の NH₄-N, NO₃-N, Org-N の分布図



第7図 b 泥炭の分解度合と植物成分の関係図 (from Maliutin)

第6表 a 東米里泥炭地下水炭素・窒素分析値

深度 (m)	無機炭素 (mg/l)	有機炭素 (mg/l)	全炭素 (mg/l)	無機窒素 (mg/l)	有機窒素 (mg/l)	全炭素 (mg/l)	Org. C/ Org. N	無機 炭素/ 有機 炭素
0.35	15.0	40.5	65.5	1.11	3.62	4.73	11.2	0.370
0.60	24.0	51.3	75.3	1.30	4.44	5.74	11.5	0.468
1.00	39.1	52.8	91.9	1.87	4.56	6.43	11.6	0.741
2.00	35.4	45.6	81.0	1.56	5.20	6.76	8.8	0.777
4.50	69.1	14.2	83.3	3.34	3.42	6.76	4.2	4.87
6.30	72.2	4.59	76.8	4.66	5.84	10.50	0.8	15.73

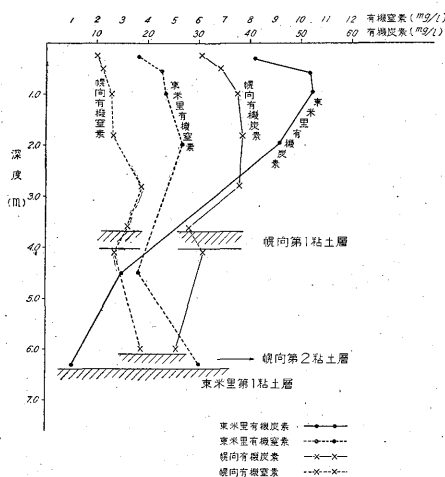
粘土質亜泥炭ないし植土となっていることから、上記の例に近い堆積状態であつたとすれば、粘土層の C/N 比の値が 4~5 であることは一応理解できる。

泥炭の下盤の粘土層について、東米里、幌向とも、上部より下部の 有機炭素/有機窒素値が 9.8~11.1 および 4.35~5.72 と、僅かであるが増加している。この粘土層の有機物の量が原物質の差異のためかきわめて不規則で、絶対値で比較することができないが、比較的堆積の均一な大洋の底質について、その窒素の変化を良く示したものに S. C. Rittenberg, K. O. Emery の Catalina basin, Santa Monica basin, Santa Barbara basin の NH₃-N, NO₃-N, 有機窒素の垂直変化を調べた研究がある¹¹⁾。この分布図を第7図 a に示した。これにより明らかにいえることは、有機窒素は次第に深部に減少し、NH₃-N が増加する。この割合が有機炭素の減少より顕著であれば(メタンガスの発生が盛んでない場合)、当然有機炭素/有機窒素比の値は下層に大きくなるのが考えられる。

以上は泥炭の炭素・窒素について述べたが、組成については今回は調べなかつた。いまきわめて簡単な泥炭の分解割合に対する成分の変化を S. A. Waksman が図示 (from Maliutin) しているので第7図 b にこれを示す。これからわかることは、セルローズが一番早く分解し、リグニン、フミン質が増加している。また溶剤抽出可能成分が分解が進むと増加し、ペントザン・ヘキソザン(セミセルローズのうちで、加水分解によりペントーズ・ヘキソーズを生ずるもの)が減少している。これらは原植物により大いに相違するが、ごく一般的傾向を現わすものとする。

5.2 泥炭地下水の有機物の垂直分布

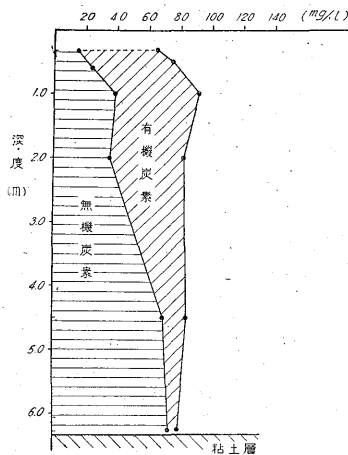
東米里・幌向における有機物の無機炭素・有機炭素・窒素・有機炭素/有機窒素・無機炭素/有機炭素比を第5, 6表に示した。泥炭の場合と異なり、無機炭素・窒素は大部分が有機物から分解生成されたものと考えられるので、無機・有機相互の関係が重要である。無機炭素・窒素は下層にゆくにしたがって増加するに対し、逆に有機



第8図 東米里と幌向における泥炭地下水中の有機炭素および有機窒素の垂直分布図

機炭素・窒素は下層に減少する。これは有機物の分解による結果である。しかし有機窒素は粘土層直上では常に増加する傾向を示す。

5.2.1 東米里泥炭地下水の有機物垂直分布



第9図 東米里泥炭地下水無機・有機炭素分布図

第6表b 幌向泥炭地下水炭素窒素分析値

深度 (m)	無機炭素 (mg/l)	有機炭素 (mg/l)	全炭素 (mg/l)	無機窒素 (mg/l)	有機窒素 (mg/l)	全窒素 (mg/l)	Org. C/ Org. N	無機炭素/ 有機炭素
0.25	19.8	30.3	50.1	0.46	2.09	2.55	14.5	0.65
0.50	33.3	33.9	67.2	0.54	2.29	2.83	14.8	0.98
1.00	41.7	37.6	79.3	0.09	2.55	2.64	14.7	1.11
1.80	43.7	38.7	81.4	0.35	2.64	2.99	14.6	1.13
2.80	51.6	37.7	88.3	1.13	3.75	4.88	10.2	1.37
3.60	93.4	28.3	121.7	3.90	3.14	7.05	9.0	3.29
4.10	53.5	30.8	84.3	3.68	2.71	6.39	11.4	1.73
6.00	125	25.7	150.7	18.00	3.70	21.7	6.9	4.86

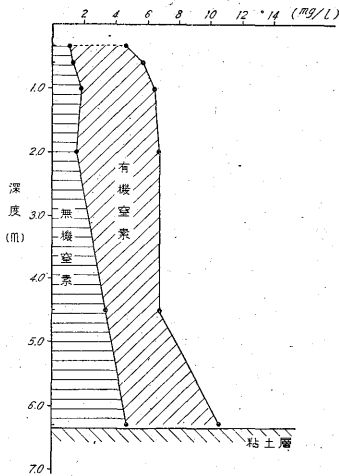
東米里泥炭地下水の有機物の分析結果は第6表aおよび第8図に示した。

無機炭素は0.35mの15.0mg/lより最下層の6.3mで72.2mg/lと増加する。有機炭素は40.5mg/lより4.59mg/lと減少し、したがって表層の0.35mを除いては全炭素は大きな変化がない。窒素についても0.35mで1.11mg/lで、6.3mでは4.66mg/lと増加するが、有機窒素は最上部0.35mと最下部6.3mを除いては

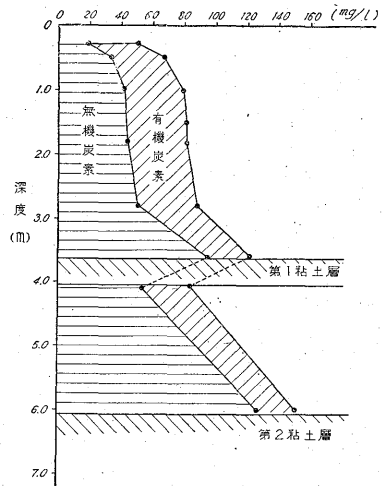
る。この溶存塩による影響を、後述の抽出試験によつて検討した。

5.2.2 幌向泥炭地下水の有機物の垂直分布

幌向においては、前述のように、第1粘土層による好気・嫌気状態の変化を調べるのに重点がおかれた。分析結果は第6表bに示した。これによると、炭素・窒素とも、第1粘土層上下で明らかに不連続を示している。この不連続は、ほかの溶存ガス成分⁸⁾についても現われて



第10図 東米里泥炭地下水無機・有機炭素分布図

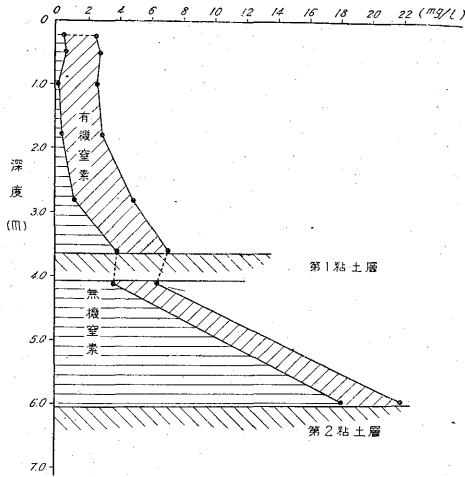


第11図 幌向泥炭地下水無機・有機炭素分布図

4.4~5.2mg/lで大きな変化なく、したがって、全窒素も5.7~6.7mg/lと変化が少ない。前記したように粘土層の直上は、10.5mg/lと急激に増加する。これは幌向の場合も同様で、粘土と大いに関係があり、粘土の吸着力によつて粘土表面にNH₃を吸着し逸散させないためと考えられる。これらの関係を第9, 10図に示した。分布図からみられるように、東米里における無機炭素・窒素の増加と、有機炭素・窒素の減少が大體平衡を保っていることは特殊な場合であつて、電解質(主として塩素イオン)の溶存量により、このような分布をしたと考

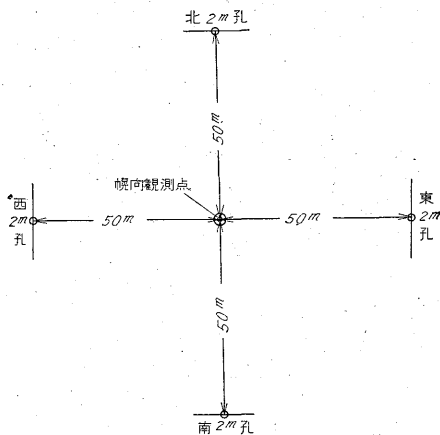
えている。無機炭素については、第1粘土層の上部では、下層に僅かに増加するが、有機炭素の減少は、東米里ほど顕著でない。1~2mでは、ほとんど変化なく、したがって全炭素は下層に増加する。第1粘土層の直上では無機炭素の増加が顕著であることは、窒素の場合と同様である。第1粘土層の下部の無機炭素の増加はとくに著しく、4.1mと6.3mでは2倍以上も増加している。

窒素については、泥炭の窒素が少ないため、上層では無機・有機窒素とも東米里の半分程度にすぎない。第1粘土層上下ではやはり不連続を示した。これらを第11, 12



第12図 幌向泥炭地下水無機・有機窒素分布図

図に示した。炭素・窒素ともこの図から、不連続は丁度左にずらした形を示し、一見時代のずれを現わしているように認められるが、これは粘土層直上で常に異常値を示すことから、この直上の異常値を切り取ると、上部より延長した形となり、異常値とすることが妥当な考えのようである。第1粘土層下部の無機窒素の増加は、きわめて多く、4.1mでは3.68 mg/lであるが、6.0mでは18.00 mg/lと5倍程度増加している。したがって、無機・有機炭素・窒素とも東米里の場合と異なり平衡していない。このようなメタン発生の盛んな場合は、水溶性有機物の分解が盛んで、有機炭素から無機炭素であるCO₂ガス、HCO₃⁻への変化、また泥炭より地下水への水溶性有機物の溶解が繰り返されると考えられる。これ



第13図 幌向観測点附近試料採取点位置図

は地下水の溶存塩が東米里に比較して、きわめて少ないため、有機物の溶解が容易であるため、このことは抽出試験結果(後述)から明らかである。

第7表 幌向泥炭地下水測点別炭素・窒素分析値

位置および深度 (m)	有機炭素 (mg/l)	無機炭素 (mg/l)	有機窒素 (mg/l)	Org. C/ Org. N
東—2.00	37.2	0.39	2.93	13.1
西—2.00	34.2	0.17	2.49	13.8
南—2.00	28.2	0.28	2.06	13.7
北—2.00	34.2	0.37	2.57	13.3
中心 1.8	38.7	0.35	2.64	14.6
2.8	37.7	1.13	3.75	10.2

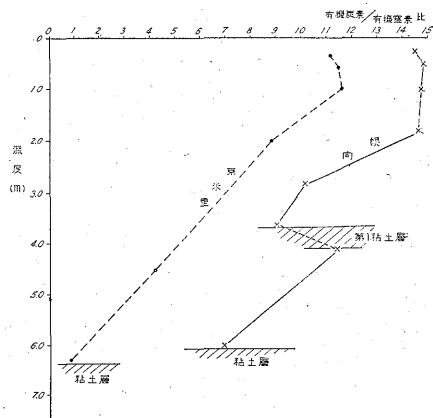
註1) 位置は第13図幌向観測点附近試料採取位置図参照のこと
2) 各深度2.00m

5.2.3 幌向観測点附近の地下水有機物

幌向の観測点附近の地下水の平面的分布を調べる目的で、第13図に示すように、観測点を中心として東西南北に50mの距離を置き、深度2mで採水、有機物を分析した結果を第7表に示した。この表では南2mの地下水の有機物がやや少ないが、有機炭素/有機窒素比は13.1~13.8であつて分析精度で一致しており、変化が認められない。また観測点の1.8m層が14.6 mg/lで、2.8mが10.2 mg/lであることから、これらから2m深度に換算(内挿)すると13.7 mg/lとなり、よく一致している。以上の結果から観測点附近の泥炭地下水は均一なものとみてさしつかえない。

5.3 泥炭地下水の有機炭素/有機窒素、無機炭素/有機炭素比について

泥炭地下水中の有機物の有機炭素/有機窒素比および無機炭素/有機炭素比は有機物の分解過程をよく表わす。さきに緒論で述べたように、現代堆積物の有機物の有機炭素/有機窒素比は、10附近の値を示す。地下水中の有機物の炭素・窒素を分析した例は比較的少なく、小山忠四郎註3)・板谷実平⁵⁾・西条八東らによる主として天



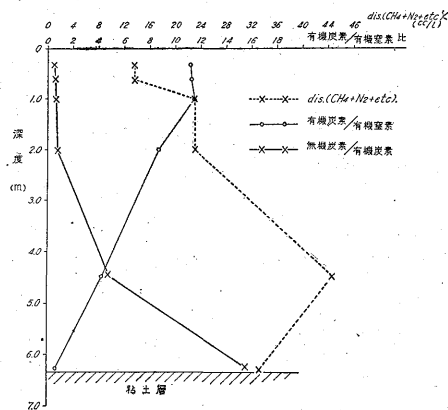
第14図 泥炭地下水有機炭素/有機窒素比垂直分布図

然ガス附随水および湖沼の水の生産性の問題などのため、この方面で研究が進められているほかは、ほとんどない。これらの研究による C/N 値も、5~12 が多い。泥炭地下水の有機炭素/有機窒素比について第6, 7表に値を示し、第14図に深度との関係を図示した。東米里の深度 0.35 m, 0.60 m, 1.00 m では 11.2~11.6 と 11 附近の値を示し、湖沼水における値に一致している。一方、幌向では深度 0.25 m, 0.50 m, 1.00 m, 1.80 m では 14.5~14.8 と湖沼の値よりやや高い。これは幌向泥炭が、窒素含有の少ないため、これより溶出される有機物も窒素含有の少ないもので、したがって有機炭素/有機窒素比が大きな値になると考える。これらの深度以深は、第14図にみられるように、急激に減少した。東米里における 1 m 以深の有機炭素/有機窒素比は 4.5 m で 4.2, 粘土層直上の 6.3 m では 1 以下の 0.8 と減少している。

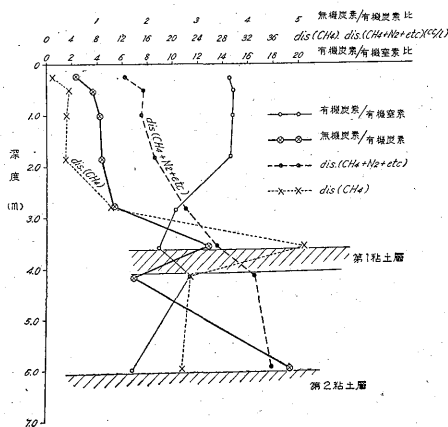
一方、幌向については、第14図にみられるように、傾向としては東米里と同様であるが、第1粘土層上・下で 9.0~11.4 と逆に増加し、6.3 m ではまた 6.9 と減少している。これは嫌気状態では好気状態よりも有機炭素/有機窒素比の小くなる方向の分解が遅れることを意味している。なお第1粘土層直下で 11.4 と、地下水と湖沼水における炭素率の平均値 10 前後の値にもどることは、興味ある現象である。幌向では東米里の値に対し、各深度とも大きな値であることは、泥炭の有機炭素/有機窒素比が高いこと、第1粘土層のあること、地下水の溶存塩の少ないこと、などに原因している。

第四紀天然ガス田における地下水中の有機物の分析値はきわめて少なく、僅かに名古屋大学の小山忠四郎による上諏訪ガス田ガス附随水に関する分析値^{註3)}がある(この調査は1952年に行なわれ、筆者も共同研究者として参加した)。この結果によれば、メタンガスを多量に保有しているガス附随水の有機炭素/有機窒素比は、すべて3以下であるのに対し、ガスのない地下水の有機物は、すべて3以上の値を示した。このことから有機炭素/有機窒素比はメタンガスの生成によつて減少の方向に進むことが明らかに推定される。

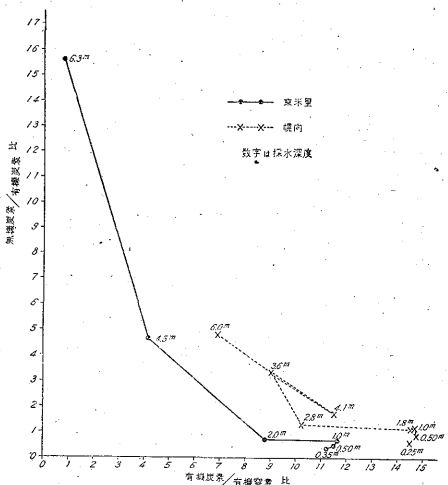
また地下水中の無機炭素が、大部分有機物から生成されたものと考え、有機炭素との比をとり、第6, 7表に示す。無機炭素/有機炭素比と有機炭素/有機窒素比との深度別分布図を第15, 16図に示した。また縦軸に無機炭素/有機炭素、横軸に有機炭素/有機窒素をとり図示すると第17図となる。この両者は逆相関の関係にある。幌向の場合は第1粘土層の上部 3.6 m から下部の 4.1 m



第15図 東米里泥炭地下水有機炭素/有機窒素、無機炭素/有機炭素比と $dis(CH_4+N_2+etc)$ 深度別関係図



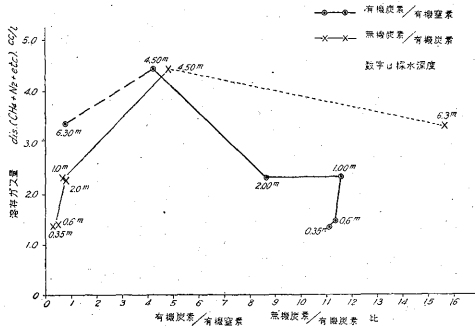
第16図 幌向泥炭地下水有機炭素/有機窒素、無機炭素/有機炭素比と $dis CH_4$, $dis(CH_4+N_2+etc)$ 垂直分布図



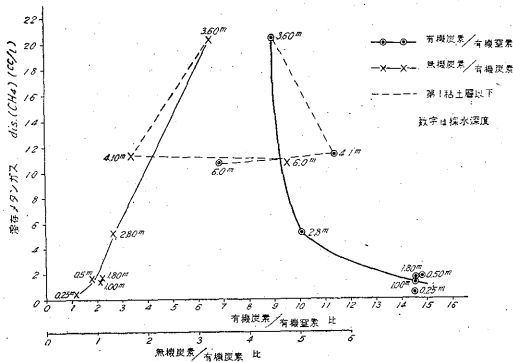
第17図 泥炭地下水の無機炭素/有機炭素比と有機炭素/有機窒素比との関係

註3) 小山忠四郎：上諏訪ガス田ガス附随水中の有機炭素・有機窒素，名古屋大学未発表資料，1953

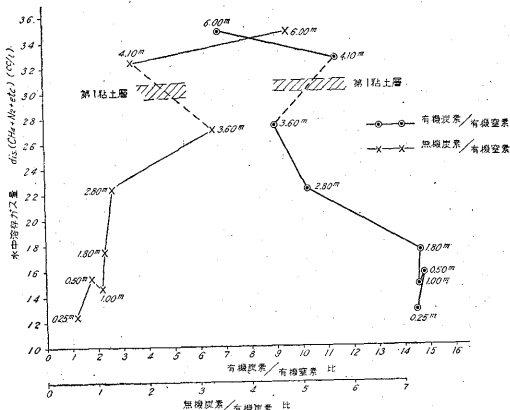
になると、逆に無機炭素/有機炭素は減少したが、その原因は第19図にみられるように、水中溶存ガスは増加しても、溶存メタンは 20.45 cc/l から 11.56 cc/l と半



第18図 東米里泥炭地下水溶存ガス量と、有機炭素/有機窒素、無機炭素/有機炭素比関係図



第19図 幌向泥炭地下水溶存メタン量と、有機炭素/有機窒素、無機炭素/有機炭素比関係図



第20図 幌向泥炭地下水溶存ガス量と有機炭素/有機窒素、無機炭素/有機炭素比関係図

減しているためと考えられる。

泥炭地下水中の水中溶存ガス [dis. (CH₄+N₂+etc.)] および溶存メタンガス (dis. CH₄) を第8表に示す。メタ

ンガス発生量を近似的に溶存ガスの増加量が現わすことができるので、溶存ガス量と有機炭素/有機窒素、無機炭素/有機炭素の関係を第17~20図に図示した。

東米里・幌向ともに2, 3の例外を除き、溶存ガスの増加と有機炭素/有機窒素、無機炭素/有機炭素比とが相関関係にあることがわかる。東米里における最深部6.30mは採水がきわめて困難な所で、採水時の強い吸引が溶存ガス量減少の原因と考えられる。この原因については、第2表aでみられるように、溶存ガス量の測定値が33.2 cc/l, 22.6 cc/lと、2回の結果が開いていることから考察される。幌向においては4.1mの第1粘土層直下の値を除くと、比較的よい相関関係を示している。幌向の溶存メタンガスについて有機炭素/有機窒素、無機炭素/有機炭素比の関係を第19図に示す。この図では第1粘土層上部においては、溶存メタンの増加と密接な関係を示し、とくに無機炭素/有機炭素比との間には、よい相関関係を示している。第1粘土層以下はメタンガスの拡散のためか、溶存メタン量は平均化され、溶存メタン量と炭素率、無機炭素/有機炭素比との関係は示さない。

以上のことから、ごく常識的な考察をするなら、有機炭素はメタン酸酵によつて、メタンおよび炭酸ガスに変化して、炭素は消費され、窒素はアンモニア、窒素ガスに変わるが、炭素量の消費の方が大きいので有機炭素/有機窒素の減少、および無機炭素/有機炭素の増加となつて現われると考える。

6. 泥炭の抽出試験

東米里と幌向の泥炭地下水に存在する有機物組成の垂直分布に、大きな相違があるのは、第8表にみるような溶存塩の影響が大いに関係していると考え、泥炭を蒸溜水、100 mg/l Na⁺, 300 mg/l Na⁺, 1,000 mg/l Na⁺, 各濃度の食塩水で抽出試験を行ない、抽出水中の有機炭素、窒素量、有機炭素/無機窒素比を検討した。この場合は、嫌気的条件下のもとで抽出試験を行なっていないから、塩類の影響も一面的な結果を与えるものと考えられるが、抽出の比較値を検討する場合にはさしつかえないと思われる。

6.1 抽出条件

抽出試験には、幌向の深度0.5m層から採取した泥炭50g(含水率15.24%)を、抽出液として蒸溜水および食塩水で、その濃度がそれぞれ100 mg/l Na⁺, 300 mg/l Na⁺, 1,000 mg/l Na⁺の抽出液を使用した。

泥炭と各抽出液を良く混合し、1昼夜放置後遠心分離器で3,000回転/minで泥炭を分離、上澄液250ccを

第8表 深度別有機炭素/有機窒素, 無機炭素/有機炭素比および溶存ガス [dis. (CH₄+N₂+etc.)] 量

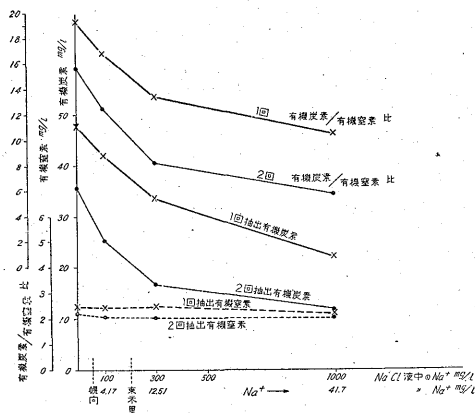
	深 度 (m)	有機炭素/有機窒素比	無機炭素/有機炭素比	dis. (CH ₄ +N ₂ +etc.)* (cc/l)	dis. (CH ₄)* (cc/l)
東 米 里	0.35	11.2	0.370	13.2	
	0.50	11.5	0.468	13.7	
	1.00	11.6	0.741	23.4	
	2.00	8.8	0.777	23.2	
	4.50	4.2	4.87	44.6	
	6.30	0.8	15.73	33.2	
幌 向	0.25	14.5	0.65	12.9	0.41
	0.50	14.8	0.98	15.7	1.94
	1.00	14.7	1.11	14.9	1.61
	1.80	14.6	1.13	17.7	1.72
	2.80	10.2	1.37	22.5	5.22
	3.60	9.0	3.29	27.4	20.45
	4.50	11.4	1.73	32.8	11.56
	6.00	6.9	4.86	35.9	10.81

* dis. (CH₄+N₂+etc.), dis. (CH₄) 分析値は名古屋大学中井信之による質量分析値

第9表 泥炭抽出試験結果

	NaCl 液 Na ⁺ 濃度 (mg/l)	有機炭素 (mg/l)	無機炭素 (mg/l)	有機窒素 (mg/l)	Org. C/ Org. N
第1回抽出試験	蒸留水	47.8	1.30	2.48	19.3
	100	42.1	1.91	2.50	16.8
	300	33.8	1.91	2.52	13.4
	1000	21.9	1.94	2.10	10.4
第2回抽出試験	蒸留水	35.5	0.79	2.26	15.7
	100	25.1	0.83	2.02	12.4
	300	16.6	0.84	2.03	8.2
	1000	11.8	0.80	2.05	5.7

試 料 幌向深度 0.5 m, 泥炭 50 g, 含水率 15.24%
抽出条件 蒸留水, 各食塩水 400 cc を加え攪拌, 1 昼夜放置



第21図 泥炭抽出試験 NaCl 濃度変化による抽出結果

取り, 炭素・窒素を前記の方法で分析した。2回目の抽出は, 1回目の抽出した試料に新しい抽出液 250 cc を加え混合, 以下同一法で分析した。

東米里の深度 6.3 m の地下水は 195 mg/l Na⁺ に相当し, 幌向の 6.0 m の地下水は 6.3 mg/l Na⁺ に相当する。

6.2 抽出結果

抽出結果を第9表および第21図に図示した。

1) 有機炭素は抽出液の塩(食塩)の増加とともに減少した。この減少は 300 mg/l Na⁺ までは急激で, これ以上の濃度では減少率は小さい。

2) 有機窒素の変化は 300 mg/l Na⁺ 液まで変化せず, 1,000 mg/l Na⁺ 液で始めて僅かに減少した。

3) 有機炭素/有機窒素比は, したがって有機炭素と同様に, 溶存塩の増加とともに減少した。

4) 2回目の抽出は, 1回目の抽出と同様な傾向を示し, 抽出された有機炭素・窒素とも絶対値は減少し, 有機炭素・有機炭素/有機窒素比は溶存塩の増加とともに減少した。

6.3 考察

1) 東米里の地下水の有機炭素が, 幌向に較べて下層で急激に減少すること, および有機炭素/有機窒素比が

第10表 泥炭地下水深度別陰イオン量

	深 度 (m)	Cl ⁻ (meq/l)	Cl ⁻ +HCO ₃ ⁻ (meq/l)
東 米 里	0.35	0.135	0.135
	0.60	0.192	0.192
	1.00	0.228	0.228
	2.00	0.238	0.244
	4.50	1.62	0.218
	6.30	4.67	8.47
幌 向	0.25	0.180	0.280
	0.50	0.186	0.286
	1.00	0.180	0.280
	1.80	0.208	0.308
	2.80	0.211	0.311
	3.60	0.225	0.565
	4.10	0.245	0.585
	6.00	0.35	2.75

幌向に較べて一般に低いことは、溶存塩の相違(第10表)が1つの原因をしていると考察される。

2) 1回と2回の抽出のうち、2回目の抽出試験の値が、有機炭素・窒素および有機炭素/有機窒素比とも、幌向の上層の実際の分析値(第6表b)に近い値であることは、自然の地下水中の有機物も、抽出と同じ状態で溶解されたと理解される。

なお小穴進也による浜名湖底質の抽出試験⁹⁾によれば、Cl⁻の減少とともにC/N比は減少し、逆の結果が報告されているが、これは抽出試料が一方は数%の有機物含有底質であるのに対し、泥炭試料はほとんどが有機物であること、および抽出回数の影響が逆の結果を生じたと考えられる。筆者が幌向深度6.6~7.1mの粘土質泥炭(灼熱減量27.4%)について抽出した値もCl⁻の減少によりC/N比が僅かに減少を示した。

以上述べた現象は、有機物の組成的研究によらなければ解明できないと考えるが、例えば、有機物のなかでも、蛋白質のうち、粒状蛋白質(繊維状蛋白質と区別)はその水溶液中に含まれている無機塩の濃度(この場合、相当高濃度)によつて、溶解したり、沈殿したりすることなどによる組成的变化が、抽出結果に現われると思われる。

7. 結 言

以上の結果から、次のようなことがいえる。

1) 泥炭の灼熱減量は有機炭素の2.0倍であつて、一般土壌における有機物量を表わすのに使用されている有機炭素量の1.724倍の値よりは、僅かに高い値を示した

が、ほとんど有機物量を表わすものとしてよい。

2) 無機物を含まない泥炭ほど分解はおそく、無機物の増加とともに分解は進み、したがつて有機炭素/有機窒素比は減少する。この分解は他の現世代堆積物の有機炭素/有機窒素比の平均値である10に近づくことは、前記概論に述べたように、おもに微生物の活動によるものである。

3) 地下水中の有機物のうち、有機炭素・有機窒素は泥炭の深度に伴ない減少し、無機炭素・窒素は増加した。とくに粘土層直上における無機窒素の増加は顕著である。

4) 地下水中の有機物の有機炭素/有機窒素比は、上層部では11~15の値で、湖沼水などの6~11の値よりやや高い。これは有機物の地下水への供給源としての泥炭が、高い比をもつた有機物のため、分解が進むと有機炭素/有機窒素比は減少する。この場合の分解では、有機物はメタンガス、炭酸ガス、アンモニアおよび窒素ガスなどの無機物に変化し、有機炭素/有機窒素比と無機炭素/有機炭素比とは溶存ガスおよび溶存メタンとの間に相関関係を有し、メタン酵酵によつて、有機炭素/有機窒素比は減少し、無機炭素/有機炭素比は増加する。

5) 泥炭に対する抽出試験の結果、有機物の水への溶解は、その水の電解質の量により、量および組成が変化し、電解質の増加とともに有機物の溶解量は減少し、有機炭素/有機窒素比は減少した。泥炭上層部の地下水中の有機物の量および質は、抽出2回目の値に近く、泥炭地下水中の有機物も、抽出と同様な機構の下で溶解されたと考えられる。

これらの結果は、第四紀水溶型天然ガス鉱床に対する地化学調査のための、新しい技術への応用、ならびに炭化水素鉱床における有機物研究の重要な基礎資料となつた。

(昭和33年10月稿)

文 献

- 1) 北海道地下資源調査所：5万分の1地質図幅札幌および同説明書、小山内熙・杉本良也・北川芳男調査、1956
- 2) 北海道農業試験場：北海道農業試験場土性調査報告、第1編、1950
- 3) 北海道農業試験場：北海道農業試験場土性調査報告、第4編、1954
- 4) 石塚喜明・佐々木清一：北海道における土壌の風化過程に就て、日本土壤肥科学雑誌、Vol. 21, No. 1, 1947; Vol. 23, No. 1, 1949
- 5) 板谷夷平：新潟市内天然ガス附随水の化学的研究(第1~3報)、日本化学会誌、Vol. 78, No. 4, 1957

- 6) 小山忠四郎・菅原 健：化合物炭素の湿式微量定量法，化学の研究，第3集，1948
- 7) 本島公司・牧 真一：汽水域の研究 I，浜名湖の地球化学的研究，地質調査所報告，No. 178，1958
- 8) 本島公司：天然ガス鉱床の成因的研究，地質調査所報告，No. 183，1959
- 9) 小穴進也：汽水域の研究 II，浜名湖底質の間隙水化学成分と有機および無機物の溶出機構について，地質調査所報告，No. 179，1958
- 10) 大政正隆：セレンを触媒とするケルダール窒素定量法の改良，日本土壤肥科学雑誌，Vol. 11，No. 2，1937
- 11) Rittenberg, S. C., K. O. Emery & Wilson L. Orr.: Regeneration of nutrients in sediments of marine basins, Deep-sea Research, Vol. 3, No. 1, 1955
- 12) 西条八東：湖沼における物質代謝の化学的研究，(第1~4報)，日本化学会誌，Vol. 77, No. 6, 1956
- 13) 猿橋勝子：微量拡散分析法，分析化学，Vol. 4, No. 5, 1955
- 14) 菅原 健・山崎一雄：基礎定量分析，朝倉書店，1956
- 15) 内山修男：肥料中の全窒素定量に於ける接触剤としてセレンの使用に就て，日本土壤肥科学雑誌，Vol. 7, 1933
- 16) Waksman, A.: Soil Microbiology, p. 134, 1952