

石狩平野篠津泥炭地の地表下堆積状態と泥炭地地下水の水質

— 泥炭地開発基礎調査 —

尾 原 信 彦\*

Subsurface Conditions of Shinotsu Peat-bog, Ishikari Province, Hokkaidō

By

Nobuhiko Obara

Abstract

The thickness of peat in this bog deposit amounts to some 4~5 m on an average under the earth surface, reaching 10 m at special localities. According to the section maps along the main course of the river Ishikari, the boundary surface between peat and underclay shows a remarkable unevenness. Moreover, the gradient of the surface has such a tendency as it subsides upstream against the inclination of the *talweg* of the river. This tendency is one of the testimony of crustal movement occurred in Ishikari plain. The stagnancy of the river water is caused by this movement and the peat-bogs have grown in this area throughout the latest geological period.

The writer measured temperature, pH, electric resistivity and oxidation-reduction potential (Eh) of the underground water at some 40 spots in the peat-bog area. Though the water indicates complicating regional differences, a typical bog water shows lower temperature, slight acidity (pH = 5.0~6.0), lower electric resistivity (< 6,000  $\Omega$ -cm) and negative Eh.

According to the analysis of Ge content of peat samples carried by the writer, the vertical distribution of Ge of the peat bed is quite like that of lignite seams of the other region, although the absolute Ge content of peats represents one tenth of Ge content of lignites.

1. 緒 言

筆者は昭和28年盛夏、石狩平野の泥炭地全域にわたる土地改良開発のための地質調査に従事し、地質調査所月報第4巻第10号にその大要を掲載した。続いてその継続事業として、昭和29年8月にあつたゞ北海道に渡り、石狩平野の東北部にあたる篠津原野において、泥炭地の高度利用を目的として、特に多数の試錐および地球化学的計測・分析を伴なう精査を行った。すなわち泥炭層の厚さの地理的分布・泥炭の埋蔵量・地下水の特異な水質と泥炭堆積現象との関係など、泥炭地地表下の地質ならびに水理についての状況・実態を明らかにして、泥炭地利用開発の参考に資せんとした。

調査のあらまはは、大体次のような経過で実施された。面積約7,500町歩の篠津泥炭地に縦1.2km、横1.0kmの距離・間隔をおいて南北の平行線を引き、多数の長方形の網目をつくり各網目の4隅、すなわち区劃線の

交点において、浅尺試錐(約10m以内)を施工し、各点ごとに泥炭の厚さを測るとともに、その土質を検討した。これら試錐孔の総数は合計約78本に達した。つゞいて篠津原野の東半において、前記試錐孔(約40本)の地表下3.5m層の地下水につき、水温・水素イオン濃度・電気比抵抗・酸化還元電位の現場測定を試み、これと平行してその水の化学成分の分析を行った。

現地調査に際しては、筆者が調査計画の立案調査全般の実施にあたり、試錐施工は北海道支所技術課中川忠夫が行い、泥炭地水の分析測定は主として技術部化学課の貴志晴雄が担当した。

この報文を作製するに際し、78本の試錐井柱状図と水質化学分析表(第4表)との提出を受け、これらの基礎データから筆者は現象の解析を試み、本文に纏めたものである。なお特に(イ)泥炭の火力発電、(ロ)泥炭地の地球化学的本質、(ハ)泥炭層中に含まれるゲルマニウムに関する考察の3項は、いずれも今次の調査に際してその端緒を踏切つたものであり、近き将来に解決を必要

\* 地質部

とする新しい重要な課題であると考えている。何分にも新しい分野の調査研究であったため、結果の取纏めに長い時日を要し、したがって発表も遅延したことを遺憾に思う次第である。

最後に本調査の実施にあたり、下記の方々から多くの御協力、御支援を賜った。謹んで深謝の意を表明する。

北海道開発庁 企画室副主幹 吉村 次郎氏  
 北海道開発局官房開発業務課長 石田 朗氏  
 " 開発業務課技官 岩武 正人氏  
 " 技官 松下 亘氏  
 同 局札幌開発建設部江別事業所長 大槻守之助氏  
 同 局 同 部当別出張所長 姥浦 敏蔵氏  
 同 所基線36事務所 佐藤 技官  
 道庁地下資源調査所次長 齋藤 仁氏

2. 成果の要約

1) 泥炭層の厚さは、この篠津原野では平均4~5m位で、最も厚い箇所では9m以上に達し、しかも泥炭層の下底はかなりの凹凸があることが判明した。試錐柱状図に基づいて作った石狩川流路方向(NE-SW)に截つた地質断面図では、泥炭層下底と下盤との境面が、石狩川の上流側に向かつて漸次沈下していることがわかり、泥炭地発生要因である水の停滞の素地がこれに現われている。南北方向の断面図では、上記の泥炭底面が緩やかな波状を呈し、旧河道の跡を把むことができるし、また東西方向の断面図では、周辺の丘陵地から流入した河川の運搬土砂による堆積の擾乱、および沈下した扇状地などを認めることができた。一般に泥炭の直下にくるものは粘土であり、これに反し泥炭層が砂層の直上に乗る場合はきわめてまれな場合に属する。

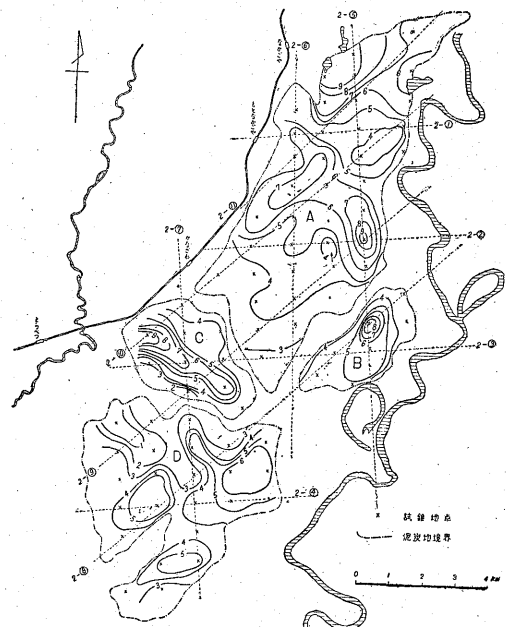
2) 次に篠津原野の泥炭の埋蔵量を精密に計測したところ、約4億4千万m<sup>3</sup>となり、これを地下5mまで採掘するとすれば、その可採量は3億6千万m<sup>3</sup>となる。

水分を抜いた正味の乾燥泥炭に換算すれば、前者は1億1千万m<sup>3</sup>となり、地下5mまで可採深度とすれば、後者は9,036万m<sup>3</sup>となる。これだけの泥炭埋蔵量を仮にアイランドの開発様式を採択し、火力発電の原料にすると推算すれば、約2万kW級の火力発電所が5カ所建てられ、合計年間約9億kWhの電力量を発電しつつ、50年間稼働させることができるという興味ある数字が得られた。

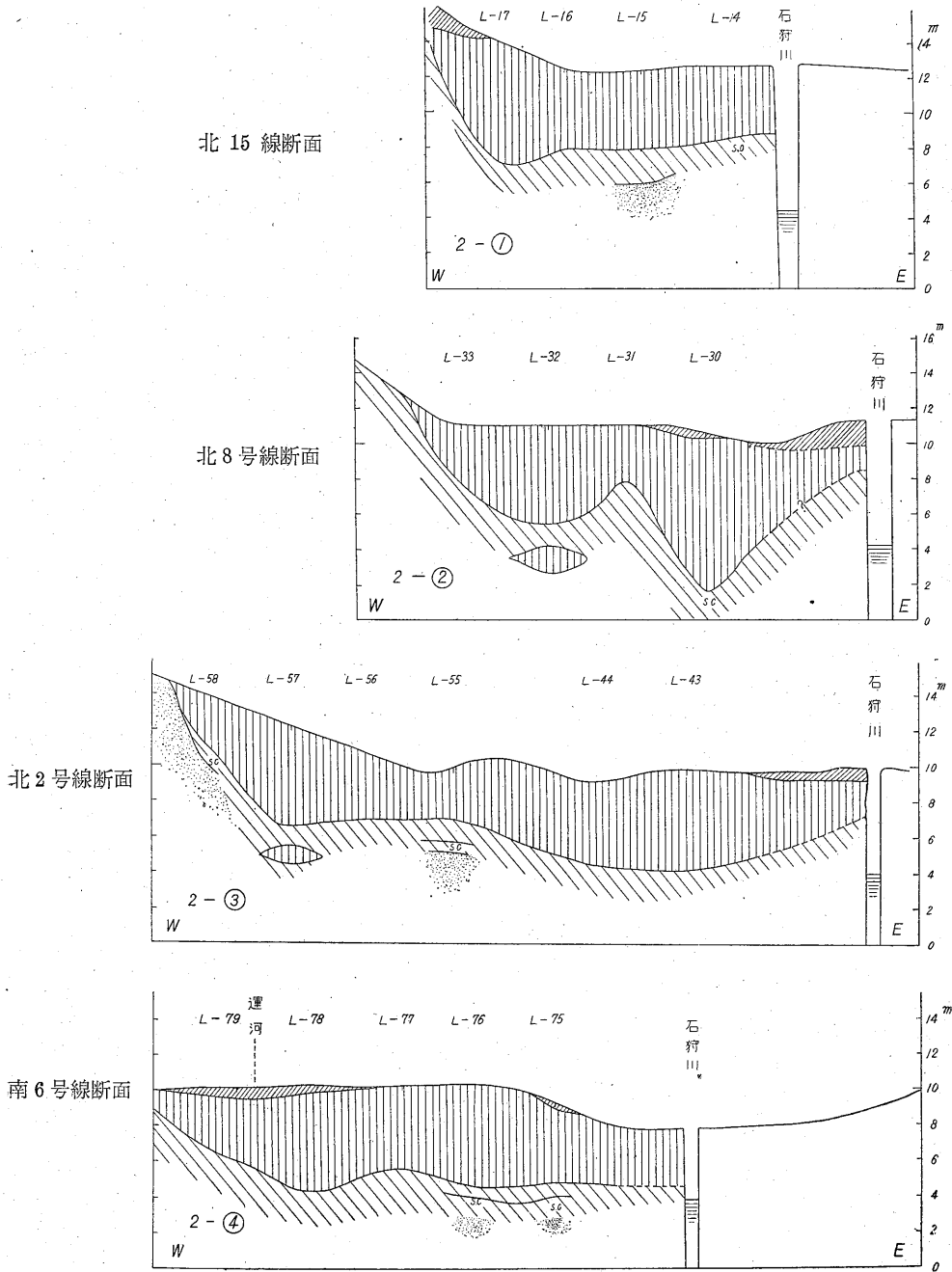
3) 次に泥炭地の地表下3.5m層にある地下水について、各種の理化学的測定を行つたところ、水温は局部的較差がはなはだしく、泥炭層内の水の流動はきわめて緩慢であることが推定された。そこで周辺からの「さし水」の流動を鋭敏に判別・察知するために、電気比抵抗値

を測定した結果、第6図のように水系統を明らかにすることができた。また水素イオン濃度の測定によれば、一般に泥炭地水は弱酸性を示し、篠津原野の東北方ほど酸性が強くなり、pHの低い箇所は泥炭地の原始状態を残留している箇所と一致することが明らかとなった。酸化還元電位の測定により、泥炭地はまったくの還元環境に属することが明瞭に示され、この還元性のために、自生する植物は通常原野とはまったく別世界の様相を示し、またこの地下水中には2価鉄・硫化水素・メタン・フミンなど、通常の井水・川水とはまったく異なつた化学成分が含まれ、人体にも悪影響を与えらると思われることが明らかに検知された。したがって泥炭地に移住してくる開拓農家の居住についても、深甚なる考慮および対策が払われねばならないことを指摘しておきたい。今回の調査から得た成果から、この泥炭地の地下水の特質を一括するならば、それは弱酸性を呈し、還元能がきわめて強く、電気比抵抗値は6,000Ω-cm以下を示し、塩素量は最大75mg/l、全炭酸量は最大で350mg/lを有する水であつて、川水あるいは天水などからはきわめて遠い、一種の「化石水」的な存在であるということが出来る。

4) 最後に泥炭層中に含まれるゲルマニウムの量と、その含まれ方を明らかにし、その状況が亜炭の場合と較べて、きわめて相似した垂直分布を示したことから、ゲルマニウムのような有機炭素に結び付き易い稀元素を手引とすれば、亜炭石炭の成因論、すなわち石炭化作用の過



第1図 篠津泥炭地泥炭の厚さ分布図  
 (破線は断面図の位置を示す)



第2図(1) 篠津泥炭地断面図

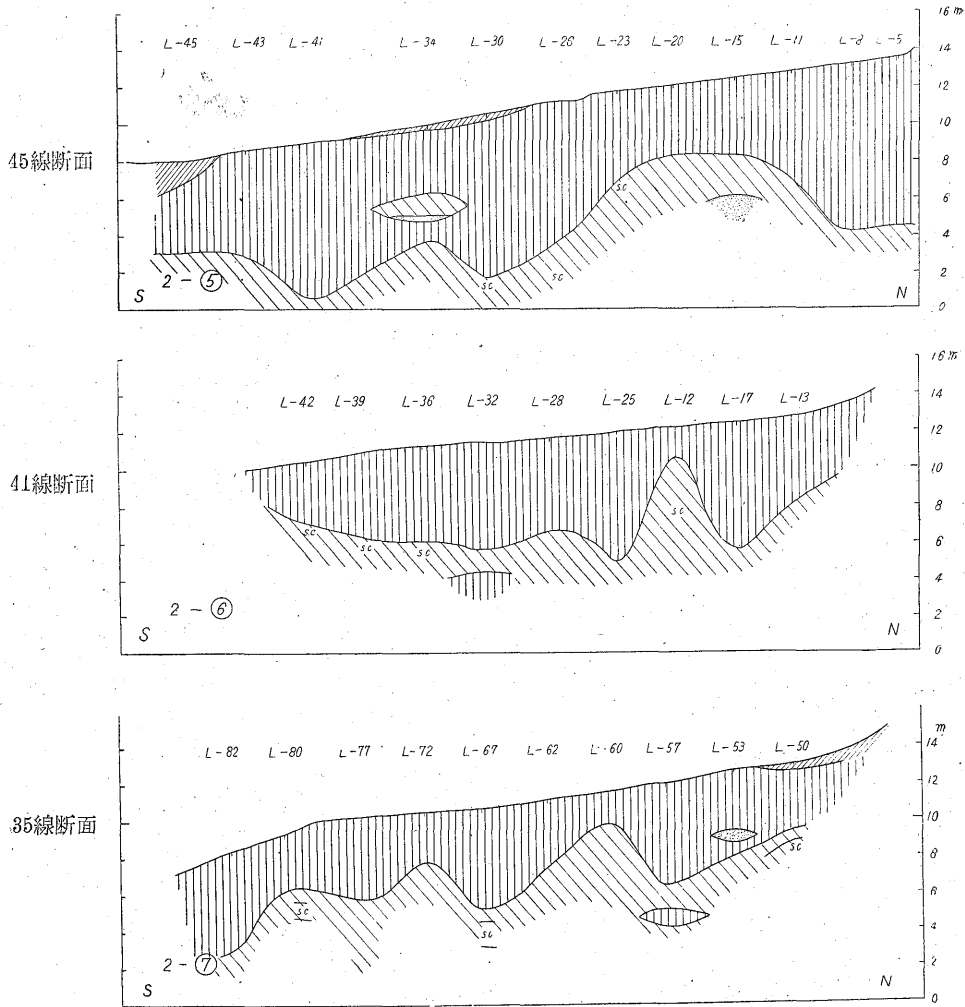
程の追跡を、きわめて有効に展開させることが推定され、今後この方面の研究に多くの期待がかけられる。

### 3. 泥炭地の地表下の堆積状態

篠津原野は大体標高15m以下の低平な沖積平野であつて、樺戸丘陵に接した西北側は高く(10m以上)、石狩川

本流沿いの東南側は低い(10m以下)地勢を呈する。北端の月岡丘陵に接近した最も高い部分でさえ、標高は13mに過ぎず、これに反し篠津川沿いの地区は7~8mである。

この原野の泥炭地に約80本の試錐(10m以内)工事を施し、泥炭の厚さを測定し、これを5万分の1地形図に



第2図(2) 篠津泥炭地断面図

プロットして第1図を得た。この図は泥炭層と、下層土との境界面（換言すれば下層土の表面）の凹凸を相対的に表現したものに相当する。この図から、泥炭地の底は扁平であろうという当初の予想を裏切つて、緩やかながら多少の起伏のあることが判明した。

### 3.1 泥炭層の厚さ

泥炭の厚さは篠津原野では平均4~5mであり、最も厚い所でも10m位であった。泥炭の厚さ5.5m以上の箇所を「泥炭地副盆」と仮称すれば、かかる副盆は北部1カ所、中央部に2カ所、西南部に4ヶ所を算えることができる。

しかしながら、第1図は厳密には篠津原野の地表を一つの幾何学的平面と仮定してつくられたものであるから、この図に描かれているコンターは、真の標高値を表わすコンターとは無関係である。したがつて泥炭下層土

の表面の真正の起伏を知り、あるいは堆積状況を詳細に吟味するなどの目的には不適当である。それらのためには地表の標高を規準とした地質断面図のようなものが必要である。

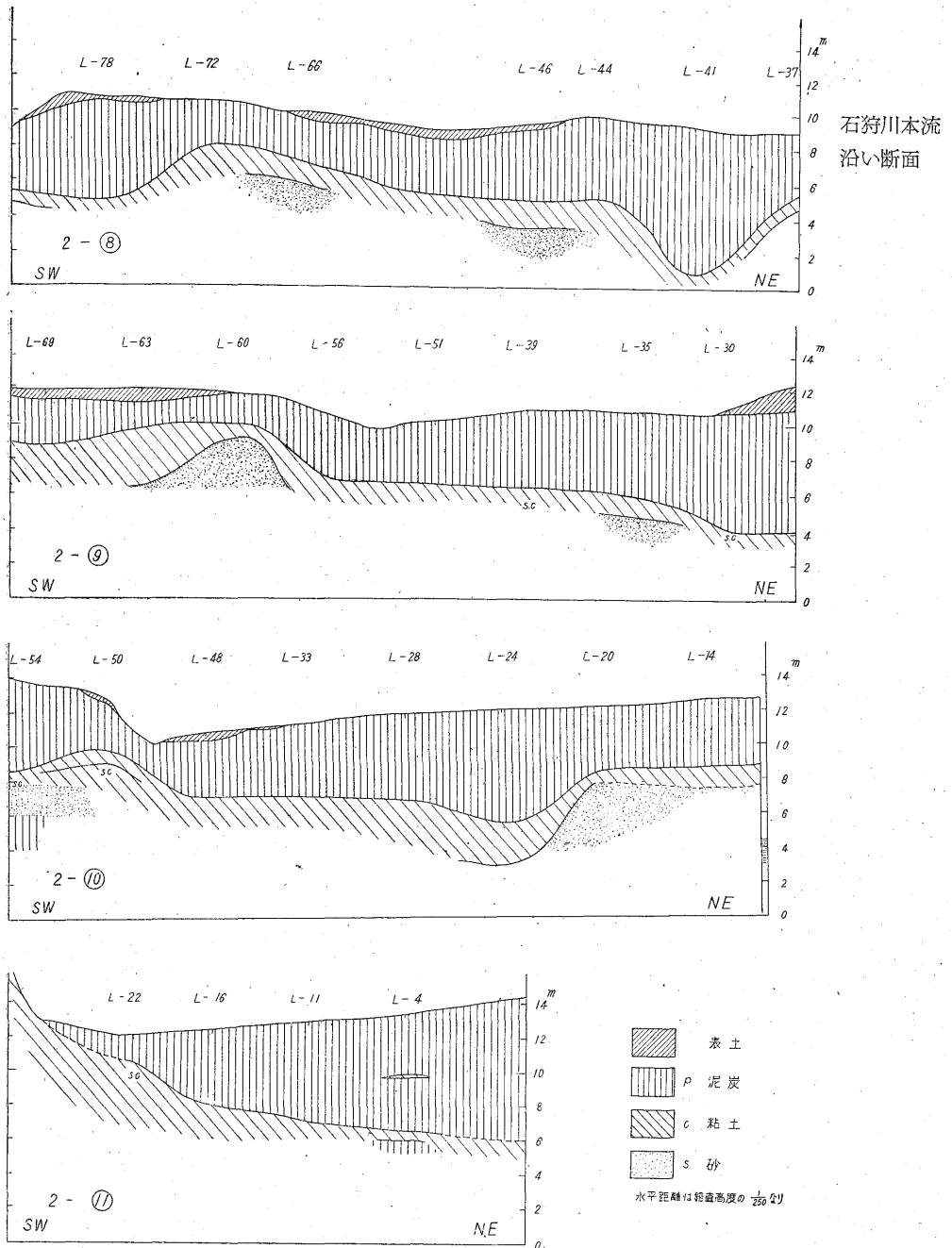
### 3.2 篠津泥炭地の断面図

そこで前記の試錐成果を利用して、東西の断面図4葉(2-①~④)、南北の断面図3葉(2-⑤~⑦)東北→西南方向の断面図4葉(2-⑧~⑪)を作図してみた。以下これらの断面図について説明を加えよう。

#### 東西断面

石狩川の下流は特殊の河相を示し、川原がなく、いきなり原野の地表をえぐつたように切つて流れており、この附近の平水位は海拔4~5mの所にあり、水面から岸端まで6~7mの余裕があるが、融雪期の洪水時には、河水が溢れて自由に氾濫する場合がある。

石狩平野篠津泥炭地の地表下堆積状態と泥炭地地下水の水質 (尾原信彦)



第2図(3) 篠津泥炭地断面図

月形・新篠津の村界に沿う北14号線(地割線の番号)で載った最北の断面(2-①)では、地表の標高は12~18mであつて、地表下に厚さ4~5mの泥炭の堆積をみる。泥炭の下限は大体平らであるが、西寄りに泥炭の下限がやや低下する。

北8号線(地割線の表号)沿いの断面(2-②)をみ

ると、地表の標高は11mで、泥炭の下底は2つの谷と1つの山を有する凹凸を示し、この谷は旧河道の跡を暗示し、特に西寄りの谷の下には、もう一つ泥炭の挟みを検知した。

さらに南方の北2号線(地割線の番号)沿いの断面(2-③)では、地表は東半が標高10m内外でなだらか

な波状を呈するに反し、西半が東傾の緩斜面となつて、しかもその下層堆積物は粗鬆であり、当別川の扇状地であることを物語っている。泥炭の下底は東半では石狩川の平水位(海拔4m)とほぼ同じく、西半は段丘状に高まって海拔7mを示し、最も西部では多少低まって、かつ粘土層直下に泥炭の挟みが現われ、この地点も旧河道跡であることを物語っている。

南6号線沿いの断面(2-④)をみると、これにも当別川の扇状地堆積作用の影響が現われ、地表は石狩川沿いの低地(標高8m)とその西方の段丘状の高位面(標高10m)とから成る。泥炭の下底は石狩川の平水位と大体すれすれの水準に存在する。

南北断面

南北方向の地割り線45線, 41線および35線に沿つて、試錐成果から断面図2-⑤, 2-⑥, ⑦を作図した。地表面はいずれも北高南低の地勢を卒直に示している。どの断面図にも、泥炭下底面に著しい見掛け上の膨起がみられるが、2-⑤, 2-⑥における北寄りの区域で、宅地沢(篠津川の上流に相当する)が押出した土砂の影響であろう。2-⑤の Loc. 34 の土砂の挟みは、洪水の際の名残りであると解釈される。2-⑦の断面では泥炭の下底面の起伏が同様に顕著であつて、最北部におけるやゝ複雑な堆積物の擾乱は、旧河道の跡を後期の当別川の氾濫土砂が埋積した過程を物語っている。

東北→西南の断面

この断面の方向(N47°E)は、篠津原野の主方向ともいふべきものに該当し、樺戸丘陵と石狩平野との境界ならびに石狩川本流の流向(たゞし砂川町から江別市まで)にほぼ並行する。石狩川に最も接近した断面を2-⑧、それに並行に2.1km隔つた断面を2-⑨、さらに篠津運河を越えて2.1km隔つた並行な断面を2-⑩とし、最後に約1.3km離れて同じ方向に月形泥炭地を

截る断面を2-⑪とし、いずれも試錐成果から地質断面図を作製した。

2-8および2-⑨断面図における地表の傾斜を注意して眺めると、双方とも大体において水平と考えてさしつかえないが、一方2-⑩図は当別川の扇状地堆積による影響を除いては、むしろ逆に東北程高くなっており、2-⑪も同じ傾向をもっている。ところが地中の状態は地表傾斜と全く異なり、泥炭の下底の傾斜は4図葉とも東北に向かつて低下しているか、あるいは西南部に瘤のような土砂堆積の傾向のみられるのが特色となつている。すなわち石狩川の流向に丁度逆の傾斜になつているか、あるいは流れを堰止めるような瘤状の隆起が存在することである。

そもそも泥炭地が生成するには、必ず水を停滞させるような地形なり、地盤運動が前提条件であることが知られているが、われわれはこゝにその証左を断面図の作製を通じて明らかにすることができたのである。篠津泥炭地が発生するに至つた地学条件の一つであるこの瘤の頂上の標高は海拔8~10mにあり、石狩川の現平水面より大分高い。この瘤の成因については、地盤運動であるか否かをいま早急に明らかにする証拠をもたないが、いずれにしても試錐を実施して把み得た重要な事実であることを特記しておく。

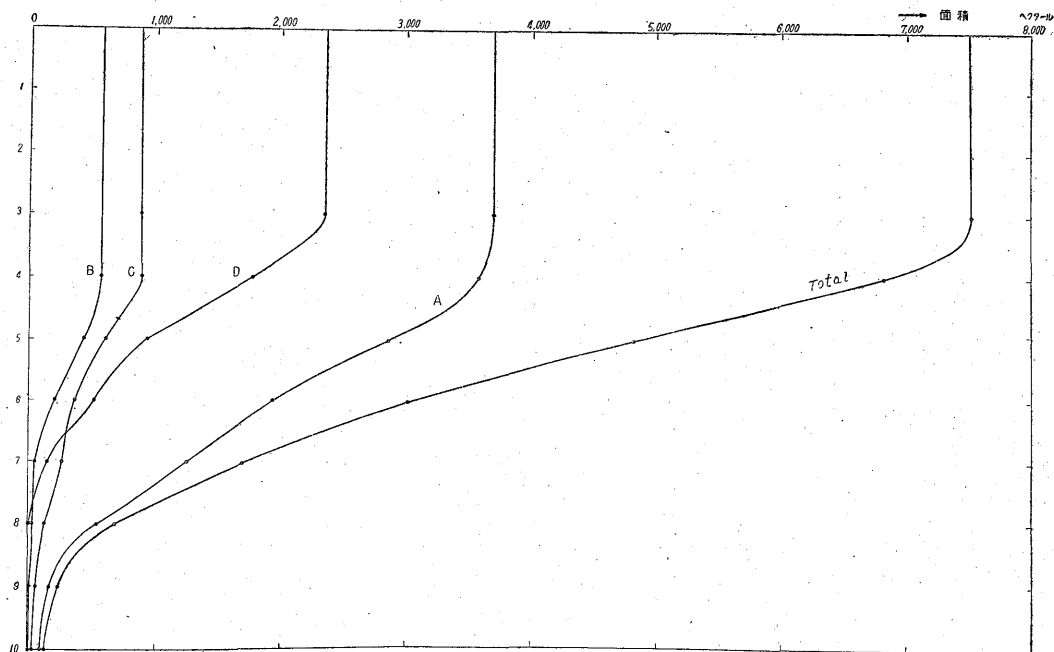
なお前記11枚の断面図を通じて、泥炭層直下にくる堆積物がほとんど細粒の粘土であることもきわめて重要な事実であることを報告しておきたい。

4. 篠津原野における泥炭埋藏量の推算

今次調査で実施した80本の試錐成果は、前章で述べた堆積状況を明らかにし得たほかに、さらに篠津泥炭地にいづくかの泥炭が賦存しているかを算定するための重要な資料として役立たせることができた。

第1表 篠津原野各層準ごとの泥炭賦存面積および同加算値 (単位ヘクタール)

深 度 (m)	A(月丘・中小屋 高倉)		B(上達布)		C(殖民地)		D(西篠津・炭岱)		集計値
	各層準	加算値	各層準	加算値	各層準	加算値	各層準	加算値	加算値
0~3	118	3,703	0	568	0	894	581	2,355	7,520
3~4	723	3,585	137	568	291	894	833	1,774	6,821
4~5	913	2,862	231	431	238	603	422	941	4,837
5~6	684	1,949	159	200	106	365	375	519	3,029
6~7	725	1,265	25	41	131	259	144	144	1,709
7~8	378	540	16	25	69	128	0	0	693
8~9	117	162	9	9	29	59	0	0	230
9~10	95	95	0	0	30	30	0	0	125
計	—	3,703	—	568	—	894	—	2,355	7,520



第3図 深度と泥炭地面積との関係

まず篠津調査地域は、地表に露出している泥炭の分布状況に従って、A・B・C・Dの4地域に分け、第1図に示された1mごとの等厚線を利用して、1m層準ごとの面積を方眼紙法により算出し、4地域およびその集計を第1表に記した。

この表には1mごとの各深度層の泥炭地面積とそれを下の方から加算して行つた累計とを並記しておいた。そうしてA・B・C・D各地域の集計を右側の欄に出して、今回調査した篠津泥炭地の面積を**7,520ヘクタール**(約**7,583町歩**)と算定することができた。この表をグラフ化して第3図を得、total という記号のついた曲線をみれば、泥炭の厚さと面積との関係が一目瞭然となる。

さらにこのグラフから泥炭の体積を推算するためには、次のようにこの曲線  $f(x)$  を0mから10mまで積分しなければならない。

$$V = \int_0^{10} f(x) dx$$

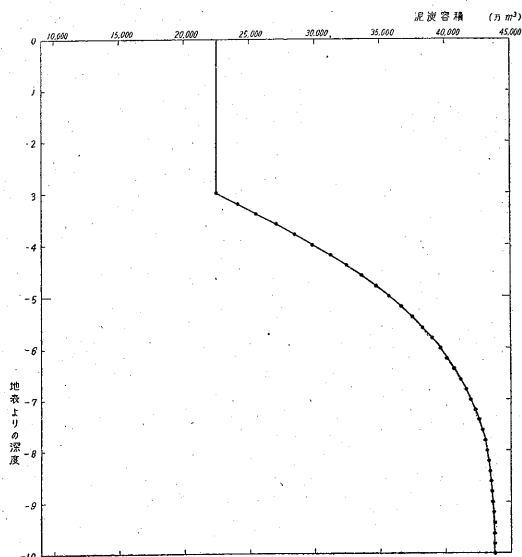
$f(x)$  は式の形が不明であるから、便宜上グラフを読んで0.2mごとに容積を実計算して行き、その総和を集計することにした。その値を第2表に示す。かくして総計**4億3,762万  $m^3$**  という値がでた。これが今回調査した篠津原野の泥炭の総埋蔵量である。深度と埋蔵量との関係をさらにグラフ化すれば、第4図のようになる。

このグラフによれば、仮にこの泥炭を採掘するよう

第2表 篠津原野泥炭埋蔵量と深度との関係

深度 (m)	累計容積 (万 $m^3$ )	深度 (m)	累計容積 (万 $m^3$ )	深度 (m)	累計容積 (万 $m^3$ )
3.0	22,560	5.4	37,502	7.8	43,030
3.2	24,080	5.6	38,286	8.0	43,187
3.4	25,575	5.8	38,998	8.2	43,310
3.6	27,056	6.0	39,619	8.4	43,405
3.8	28,497	6.2	40,202	8.6	43,480
4.0	29,889	6.4	40,726	8.8	43,542
4.2	31,213	6.6	41,190	9.0	43,593
4.4	32,457	6.8	41,604	9.2	43,636
4.6	33,623	7.0	41,969	9.4	43,674
4.8	34,711	7.2	42,295	9.6	43,707
5.0	35,719	7.4	42,592	9.8	43,736
5.2	36,647	7.6	42,832	10.0	43,762

な事態が起こつた場合に、およそ何mの所まで掘ればどの位の量の泥炭が得られるかを示す曲線として利用できるし、またこの曲線の傾き具合によつて、経済的に有利に採掘するには、どの深度で止めるべきかを判定するのに有力な資料となることと思う。たゞしこの曲線によれば、5.5m以深の泥炭はたとえ採掘しても容積を増加する効率が低下することをわれわれに教えている。したがつて経済的には、5m位で止めるのが至当であろう。もし5mで止めれば、**3億5,720万  $m^3$**  という量が得られこれは総埋蔵量の約82%にあたるから、泥炭の可採量は



第4図 篠津原野泥炭埋蔵量と深度との関係

この辺に一応押えるべきであろう。

なお泥炭中に含まれる水分を約77%<sup>註1)</sup>とすれば、乾燥状態に換算した泥炭実質量は23%となるから、今回調査した篠津泥炭地に関するかぎり、深度-10mまでの総量として約1億65万 m<sup>3</sup> (10065万m<sup>3</sup>)、-5mで止める際の可採量として約8215万m<sup>3</sup> という値が得られた。

なお灰分に関しては、地域差が非常に著しいうえ、かつ肉眼で識別除去可能な土砂分と泥炭組織中にはいつている灰分とを考慮する要があり、従来の農業上の各種調査試験結果だけでは、適用しかねる点も多々あるので、改めて調査されることを期待する。筆者の踏査中の印象では、灰分の少ない良質の泥炭の賦存を確認している。なお筆者の採取した試料についての1, 2の実測分析値を第3表に示す。

第3表 石狩泥炭中の灰分量測定値

地点	測値		灰分		深度	
	灰分 (%)	深度 (m)	灰分 (%)	深度 (m)	灰分 (%)	深度 (m)
試料 1	5.06	0.68	8.70	1.18	21.38	2.48
	13.81	1.30	—	—	—	—

試料 1: 美唄農試圃場泥炭層のサンプル  
 2: 新篠津村大字豊野附近のサンプル

### 5. 泥炭地に火力発電所を建設する開発方式についての検討

篠津原野は、すでに排水運河・溝渠を掘って泥炭地を乾燥させてのち、地表に破質土壌を客土して耕地化すると

註 1) 篠津原野19地点における平均値。北農試、土性報告第4篇。p. 80 による。

いう構想の下に、北海道開発庁により着々と各種土木事業が実施に移されつゝあるので、いまからこゝの泥炭を火力発電の燃料として利用することを提案することは、いたずらに種々の混乱・係争を招くことになるが、一応比較検討の資料としておゝよその見解を述べておく。というのは、電力界の長老松永安左衛門翁が戦後世界電力界の視察の旅行に出られ、たまたまアイルランドにおいて泥炭発電の状況を見て、わが国では泥炭地が未利用資源として放置されているのを嘆じ、アイルランドのような開発を行って国土の高度の利用をはかるべきであるという見解を公式の席上で述べられてから、俄かにこの問題が識者の注目するところとなり、いろいろの意見が擡頭しているので、この際地質の立場から、このエネルギー資源がどの位の規模のものであるかを明らかにする必要を感じ、たまたま試錐を行って精密な埋蔵量が算出された篠津原野について、仮定的な試算を行ってみたものである。

その結果として、約 20,000 kW 級の火力発電所が5カ所建設せられ、年間約9億 kWh の発電が50年余り続けられるという興味ある数字がでた。以下この試算の経過をやゝ詳細に述べてみよう。

まず水分を抜いた泥炭の比重を 1.1とし<sup>註2)</sup>、火力発電所の耐用年数を一応50年とし、今回調査した範囲の篠津原野に5カ所火力発電所を建設するものとする。したがって可採泥炭量は50年間で5m以浅を全部消費することとする。

泥炭可採量…… 82,150,000 m<sup>3</sup>(たゞし乾燥状態換算値)

1年間の採掘量…1,643,000 m<sup>3</sup>(50で除した値)  
 重量換算値……1,807,000 t (比重= 1.1とす)

この数値を 365で除せば、1日当りの使用可能な泥炭の量として、4,950 t が得られる。さらにこの量を5つの発電所に配分すれば、1火力発電所平均1日の使用可能量は990 t となる。

瓦斯力発電所では、泥炭を燃焼し1kWh の電力をたす際の泥炭消費量は 1.9kg<sup>註3)</sup> となつているから、この値をもつて上記の値(990 t)を割ると1火力発電所1日の発電量は、521,000 kWh となる。火力発電所は24時間稼動するものであるから、24で除し、その火力発電所の出力として 21,700 kW が得られた。

アイルランドの例では、採掘運搬などの便宜のために、約1,600町歩の泥炭地に出力 25,000 kW の発電所

註 2) S. W. Johnson: Peat and Its Uses, as Fertilizer and Fuel, p. 101.

註 3) 電気学会編: 電気工学ポケットブック 第17編 火力発電所, p. 918~920 の表による。



を建てているという。篠津原野の泥炭地面積は前記のように7,583町歩であるから、これを5つに分割すれば、1発電所当り1,515町歩となり、ほゞ似た数字となった。

火力発電所の規模やその内部の施設・機器類および建設費などに関しては、筆者の専門外のことであるから、それらはそれぞれの専門家の検討、設計、試算をまつて決定されることを期待している。

この問題は、北海道に関するかぎり、新しい開発方式の一つとして、今後国家経済の観点から発展性のあるものと思われる。北海道には篠津に限らず、到る所に泥炭地があるので、最も適当な所にテストプラントが1日も

早く建てられることを望む次第である。

### 6. 泥炭地地下水の水質とその分布状況

現在泥炭の堆積している地帯は、土砂の沈積する通常の堆積環境とは著しく異なつた特色をもち、有機物質は酸化されることなしに、かえつてそれらが還元炭化して、年々歳々蓄積されて行く環境である。したがつて泥炭地は地球化学的のいう「還元環境」に該当し、ある種の理化学的測定を行えば、その特異性の把握も計数的に可能であると考えられる。

篠津原野において泥炭地の状態と限界などを確認しよ

第4表 篠津泥炭地地下-3.5m層の水の分析値

Loc	T °C	pH	Eh voH	$\rho_{w20}$ kΩ-cm	dis O <sub>2</sub> cc/l	total CO <sub>2</sub> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	Fe <sup>++</sup> mg/l	total Fe mg/l	Consump KMnO <sub>4</sub> meq/l	フミン mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	H <sub>2</sub> S mg/l
4	20.0	5.2	-0.40	6.8	0.10	225	14	15	15	16.7	15	2	
5	24.0	5.1	-0.42	1.2	0.05	197	12	10	15	13.7	12	2	0.3
7	18.5	5.2	-0.20	11.0	0.05	220	11	8	10	14.2	15	2	
8	21.0	5.3	-0.40	1.6	0.07	261	11	10	12	12.9	10	4	
9	20.0	5.3	-0.45	1.8	0.07	197	6	6	10	11.8	8	3	
10	19.0	5.3	-0.10	7.2	0.07	235	8	8	10	12.6	12	2	
11	19.0	5.4	-0.45	6.1	0.05	191	6	10	10	16.8	15	2	
12	16.5	5.8	-0.50	7.6	0.05	271	12	10	10	21.8	25	2	
14	18.0	5.3	-0.10	7.2	0.05	240	16	10	10	24.3	25	2	0.5
15	19.0	5.2	-0.10	7.8	0.07	253	16	12	15	19.0	20	2	
16	16.0	5.7	-0.10	2.2	0.07	232	24	15	15	14.8	12	2	
17	16.0	5.4	-	4.1	0.05	184	34	18	20	16.2	15	3	
19	16.5	5.1	0	4.5	0.05	202	75	18	20	12.9	12	2	0.2
20	15.0	5.3	-0.20	3.5	0.07	202	66	10	10	10.8	6	2	
22	18.0	5.4	-0.05	6.8	0.07	290	34	12	15	14.0	15	2	
23	19.0	5.3	0	7.1	0.12	225	18	20	25	11.9	6	2	
24	15.0	5.3	-0.45	5.6	0.07	295	18	15	20	12.4	4	2	
26	12.0	5.3	-0.45	2.1	0.05	366	56	15	15	10.2	8	2	
27	21.0	5.4	-0.20	3.1	0.07	371	60	25	25	12.4	8	2	
28	17.5	5.6	-0.17	7.6	0.05	232	36	10	15	13.5	15	2	
29	21.0	5.5	-0.18	10.0	0.10	182	24	10	10	11.9	8	2	
30	18.0	5.7	+0.05	3.4	0.10	339	28	10	15	11.3	10	10	
34	19.5	5.8	-0.09	5.2	0.05	229	29	10	10	14.0	12	2	
35	18.5	5.6	-0.24	8.9	0.10	293	19	25	25	22.1	15	2	
36	20.0	5.9	-0.15	8.0	0.25	155	27	5	15	13.5	15	3	
37	17.0	5.6	-0.10	8.4	0.05	232	24	30	30	22.4	20	4	
38	15.0	5.7	-0.24	6.6	0.07	261	17	20	20	14.5	15	2	
39	22.0	6.1	-0.12	4.9	0.20	161	29	8	10	11.9	10	4	
40	17.0	5.6	0	7.4	0.05	205	34	25	25	13.5	20	3	
42	13.0	5.3	-0.18	5.6	0.05	209	28	20	25	14.5	10	2	
43	15.5	5.6	0	8.9	0.10	119	27	20	30	16.7	20	3	
44	18.0	5.8	-0.19	1.0	0.07	224	24	25	25	26.3	30	2	
46	19.0	5.6	-0.12	5.9	0.10	247	25	15	20	24.8	15	2	

(分析: 貴志晴雄)

うと企図して、たまたま泥炭の厚さを知るために実施した約80本の試錐孔のうち、北半分の月形・中小屋・高倉地区で掘った88本の試錐孔を利用して、次のような現地試験を行った。

すなわちなかにキャップタイヤコードを通した長さ3.5mの桿の先端に、白金電極を装置して試錐孔内に挿入し、そのときの地下水の保有する酸化還元電位 (Eh) を、地表上に置いた小型電位差計で読んで測定した後、さらに小型手廻ポンプでその水を汲み上げ、エポナイト製の小円槽に移して、コーラウシュブリッジによつて水の電気比抵抗値 ( $\rho_w$ ) を測定した。またその水の示す水素イオン濃度 (pH) は、ガラス電極法により測定し、さらに水温 (T) は水銀製棒状温度計により、それぞれ同時観測を試みた。こうして物理的な4つの要素…… $\ll$ いずれも独立変数と考えておく $\gg$ ……の計測を行った。

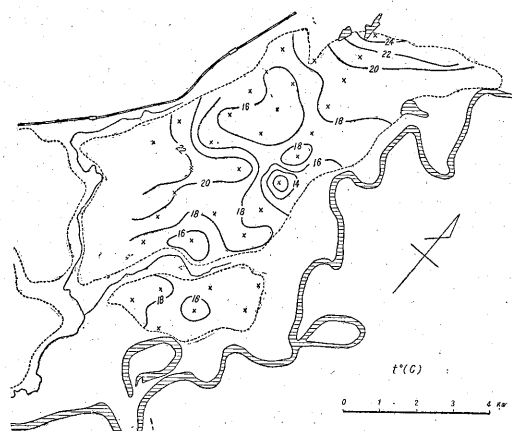
他方そのときに汲み上げた泥炭地地下水の化学性を調べるために、水中に溶存する酸素( $O_2$ )、全炭酸( $CO_2$ )などの量、ならびに2価鉄イオン・全鉄イオンなどは現場または現場付近で定量した。時間的経過に対して変動の憂の少ない塩素イオン値・フミン量・過マンガン酸カリ消費量などは東京に試水を持帰つて定量した。なお P,  $NH_4^+$ ,  $SO_4^{--}$  などの定量も試みたが、これらのうちには必ずしも正確な価を示さなかつたものもあり、また全試水にわたる定量のできなかつたもの、例えば  $H_2S$  溶存量もあつて、結果としては思わしくないものが多々あつた。しかしながら広い地域にわたる泥炭地地下水の一連の化学分析資料が一応この調査の結果得られたことは、広義の地質現象たる泥炭地の本質を解明するうに、何らかの手懸りになるうとも考え、参考資料として一括して第4表(分析者、貴志技官)として掲載しておいた。

### 6.1 泥炭地 -3.5m 層の地下水の諸性質

上記の各種測定結果のなかから、泥炭地現象の解明に役立つと思われる重要な要素を抽出して、種々考察を加えてみた。以下それらについて記述を試みよう。

#### 水温分布(T)

泥炭地の地下 -3.5 m の水温を平面図にプロットして、水温分布図(第5図)を得た。水温の分布は意外にも各地点ごとに著しい差異を示した。これは泥炭地の地下における水の移動がきわめて緩慢であつて、その理由としては、泥炭ないし腐植のもつ繊維的性質が水の流動を妨げ、そのうえ泥炭は熱の伝導率が悪いためであろう。したがつて第5図に示すように、盛夏8月の候には、泥炭地周辺に接した地帯では水温は20°C以上を示した箇所もあつたのに対し、泥炭地の核心部では14~18°Cを示し、最低温としては12°Cという地点のあることを験した。この12°Cという値は、盛夏の石狩平野地下-3.5

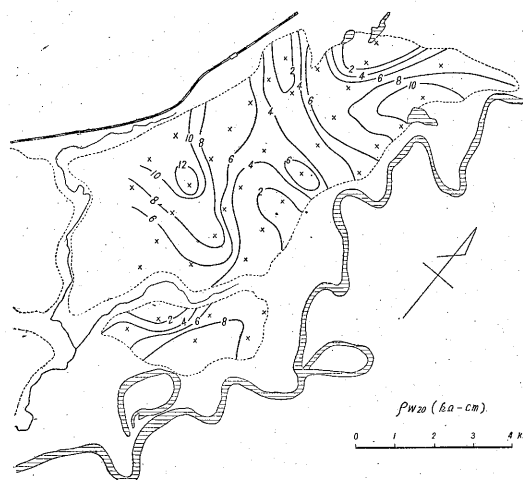


第5図 地下水の水温分布図

mの地中温度としては、地上に根雪が融解した時季<5月頃>の影響が幾分まだ残存していることを示すものと考えてさしつかえない。

#### 泥炭地水の電気比抵抗値 $\rho_w$ 分布

泥炭地地下-3.5 mの水比抵抗値  $\rho_w$  を平面図にプロットして第6図を得た。同一の地質条件……<泥炭層>……でありながら、水平分布の相はかなり複雑な状況を



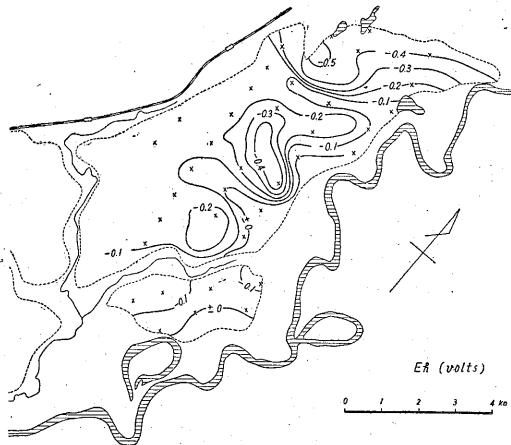
第6図 地下水の電気比抵抗値分布図

示している。元来、水比抵抗値は水に含まれる種々のイオン類により左右されるものとはいえ、泥炭地水の性質には一定の枠のあることを予想したが、現実の分布相は決して単純さを表わさず、非常に緩慢な速度ながら、外部より異質の水が進入する様相をわれわれに示した。これを第6図についていうならば、月形町字農事会<sup>のうじかい</sup>附近においてSW方向の舌状コンターが認められ、また中小屋<sup>なかごや</sup>の附近においてSE方向へ舌状コンターがみられ、上達布<sup>かみだつ</sup>附近ではSW方向への舌状コンターが把まえられる

が、これら3地区の異質の水は比抵抗値 80,000  $\Omega$ -cm 以上を示した。この図を前記水温分布図と見較べると、この緩慢な地下水の流動傾向が、水温分布にも憶げながら現われていることを認め得た。

#### 酸化還元電位 Eh の分布

地下-3.5 m層の水の Eh の平面分布図をつくり、第7図とした。この図における Eh の負の値の大きい地帯は、還元能のきわめて強大な地域にあたり、その辺りは



第7図 地下水の酸化還元電位分布図

現在もなお泥炭が生成・堆積しつつある地域である。一方 Eh が± 0に近い値を示す地帯は、還元能の微弱な地域に該当する。いま前者の示標を  $Eh < -0.30$  ボルトとし、後者の示標を  $0 < Eh < -0.10$  ボルトとして、第7図をみると、前者は月岡丘陵南麓附近と高倉・大沼附近にみられ、これに反し後者は石狩川本流沿いの地帯に分布していることを読み取ることができた。

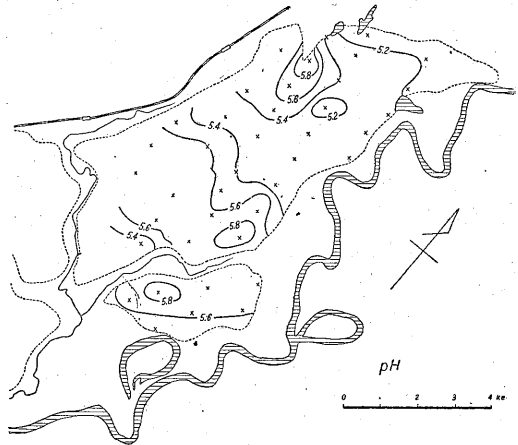
還元能の強い地域はそれだけまだ泥炭地の原始状態が残っている箇所と考えられ、排水・手拓など土地改良事業の進展とともに、漸次還元能も弱められて行くものである。還元能の強い地区には、通常の作物は育たないし、客土をした暁でも肥効にいろいろの問題が残る、そのうえ飲料用の井戸水の水質も2価鉄の含量ならびにメタンガス溶存量も大きい。したがって農業方面からもまた居住の点からも、いろいろ研究を要する事項があるから、特に注意を喚起しておきたい。

なお還元能の強い地域では、メタン系有機天然ガスの発生が盛であり、今回の調査の際にも、試錐孔を穿つたところ、強い圧力でこれらの天然ガスを噴出した箇所、例えば Loc. 12, 21, 26, 38, 45, 39などがいくつもあつた。第1泥炭層に含まれるメタンガスは、すぐ枯渇してしまうので、量的には利用価値はないが、その下の粘

土層を隔てた第2泥炭層以下からでてくるものは、持続性があり、自家用ガス井戸として開拓農家に利用されている例もみられた。

#### 水素イオン濃度 (pH) の平面分布

泥炭地地下-3.5 mの水のpHの平面図をつくり第8図とした。元来泥炭地の水は弱酸性を呈し、その上限は一応 7.0とされているが、今回篠津原野で盛夏の時期に測定したところでは、 $pH = 5.1 \sim 6.1$  までの範囲の値を示した。

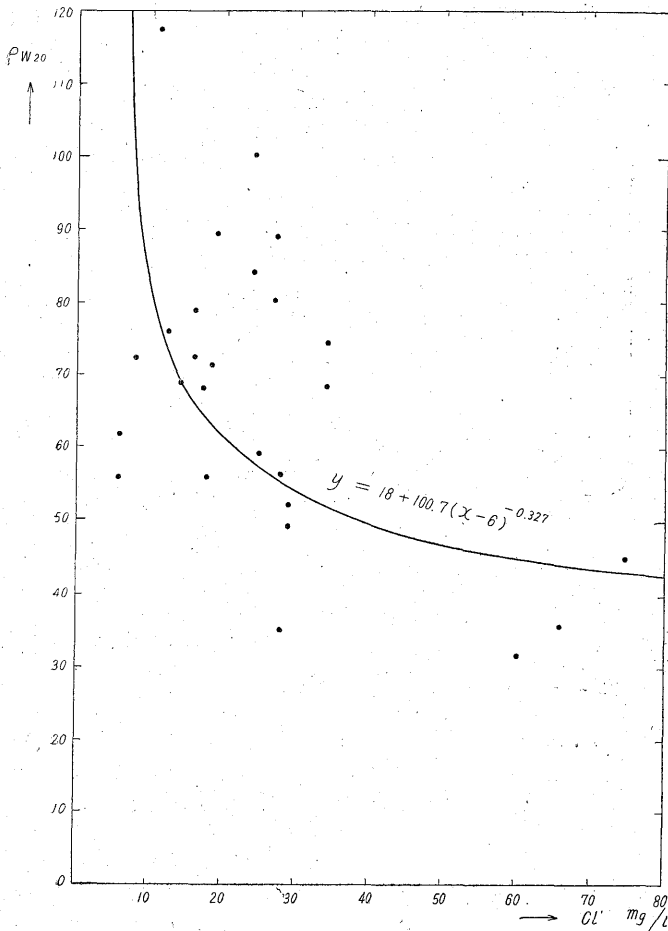


第8図 地下水の水素イオン濃度分布図

水平分布状況を見ると、月岡丘陵に接した区域が特に  $pH < 5.2$  の地帯であり、これに次いで中央部の高倉・川上附近は  $pH = 5.3$  内外を示し、さらに南方に移るにしたがつて  $pH > 5.6$  となってくる。地図上ではpHの等値線はほぼ東西に走っている。北辺部においてpHの値が特に低く現われたのは、泥炭地の原始の状態がその近辺に卓越していることの証左であり、また中小屋近傍では、外部から流入する宅地沢(篠津川の上流)の影響ならびに開拓の進行の結果か、 $pH > 5.6$  を示す地区がある。上達布附近には  $pH \geq 5.6$  を示す地帯があり、これも踏査の結果では、かなり開拓の進行がみられた。この図の示すところから推して、泥炭地地下水のpHを測定することにより、泥炭地の原始から開拓への変遷を、きわめて簡単に示す手段に利用できるのではないと思われる。

#### 6.2 泥炭地地下水の化学的性質

前述のように一応参考資料として掲げた第4表(泥炭地地下水化学分析表)のうち、塩素量・2価鉄・全鉄量・過マンガン酸カリ消費量・フミンなどは誤差も少しはあり、大体の状態を判断するにはさしつかえないが、溶存酸素量は小数1位まで、全  $CO_2$  は  $\pm 25 mg/l$  位の誤差、 $NH_4$  などは帰序後の分析値なので相当大きな誤差があるから、そのつもりで取扱わねばならない。



第9図 ρw20 と Cl⁻ の関係

さて泥炭地水の化学性を知るために第4表からいくつかの要素を抽出し、前記の物理的測定値との関係をグラフにして考察した。

まず塩素量と水比抵抗値 (20°C に換算した値 ρw20 を利用した) との関係グラフをつくったところ、第9図のように、点は分散らばつたが、Cl⁻ の増加とともに、ρw20 は指数式型をとって減少していることが明らかである。一応この曲線の実験式をつくり、

$$y = 18 + 100.7(x-6)^{-0.327}$$

を得た。したがって前章で述べた第6図の説明としては、泥炭地の外から比抵抗値の高い水が進入しているコンターの舌状部は、河水のやゝ卓越する区域に該当し、他方泥炭地の核心部には稀薄な鹹水が停滞していることを示している。この鹹水は天然ガス田ないし油田の鹹水などと同一の範疇に属するものと推定され、泥炭地の地下水も鹹水が存在することをはっきり認めることができた。

次に泥炭地地下水に含まれる全炭酸の量とその水の酸化還元電位 Eh との見掛け上の関係をグラフに描いたところ (第10図)、全炭酸の測定誤差のため点が随分ばらついたが、ともかく Eh の値が負の値をとって還元状態が強くなるにつれて、全炭酸の値は増加し、その関係はほとんど直線に近い2次の拋物線の式、

$$y = 123 - 465x - 0.69x^2$$

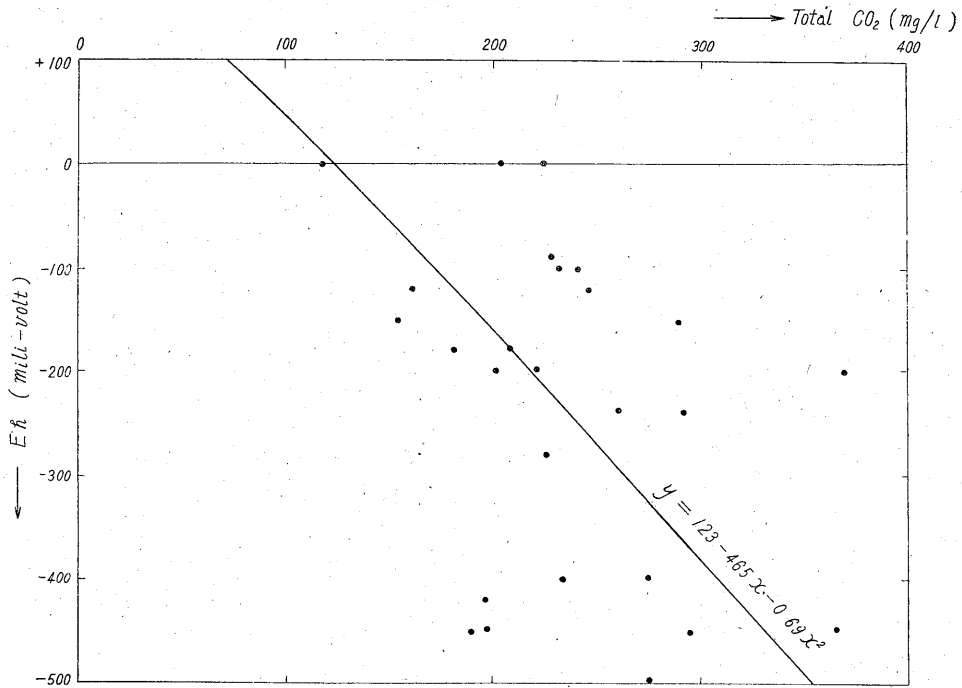
を示した。還元環境はほとんど無酸素状態にあるから、この全炭酸の源は、地中の泥炭がより一層炭化の程度を高めてゆく重合縮合の過程を通じて、低級炭化物中から H<sub>2</sub>O とともに分解放出されたものと考えられ、このようにして生成した全炭酸は特殊の閉塞された環境のために拡散することなく、地下水中に蓄積されたものと解釈される。

なお泥炭の生成される環境には、およそ pH < 7.0, Eh < 0 という fence (塙, 仕切り) があるといわれる。これに則つて38地点の試錐孔における Eh, pH の値を図表化した。すなわち横軸に pH を、縦軸に Eh の値をとり、各地点ごとに坐標をプロットしたが、点は図一面に散乱した。次にその点におのおの全炭酸の値を記入してみた。その結果は非常に不分明であつたが、全炭酸のいろいろの値が Eh-pH ダイアグラムのどの辺

りを占めるか吟味したところ、おぼろげながら図表の右上部分に全炭酸の値が幾分少なく、左下が幾分多いという傾向がみられた。

以上いくつかの図表を通じて述べてきたことを纏めてみよう。この地方の泥炭地地下水を特色づける示標としては、Eh は負の値 (0 ~ 0.5V) をとり、pH は弱酸性 (pH = 5 ~ 6) を示し、塩素量は最大で 75mg/l 位であり、全炭酸蓄積量は最大で 350 mg/l に達していることがわかつた。そのうえ、水の電気比抵抗値は 6000Ω-cm 以下を示し、水塩もかなり低温で、実際検知し得た最低値は 12°C であつた。

なお pH に制約をうける PO<sub>4</sub>'''、SO<sub>4</sub>'' および、Eh に制約をうける Fe<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup>、SO<sub>4</sub>''、S<sup>0</sup> などについては、遺憾ながら参考資料として掲げた第4表の Fe<sup>2+</sup>、全鉄量、P、SO<sub>4</sub>''、H<sub>2</sub>S の値からは、測定誤差の多いために、なんら決定的なものが把み得なかつたことをお断りしておく。



第10図 Eh と CO<sub>2</sub> の関係

それはそうとして、一応泥炭地地下水の本質は、河水や天水などからは程遠い性格を有するものであつて、相当に長い期間地中に埋もれて閉ぢ込められたまゝ停滞した水であるということが明らかになった。

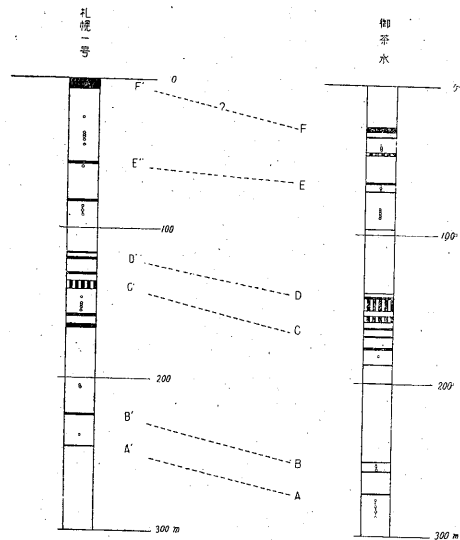
なおこのような特色をもつた泥炭地地下水の工業的利用価値についても、量も多いことではあり、今後の現実的具体的な研究・調査が行われることを期待している次第である。

7. 泥炭地におけるゲルマニウム Ge の垂直分布

道庁地下資源調査所の斎藤仁次長の御好意により、石狩平野における長尺垂直試錐の記録として岩見沢市御茶水および札幌近郊の天然ガス用札幌1号試錐の成果を閲覧させて頂いた。双方とも地表下300mに達するもので

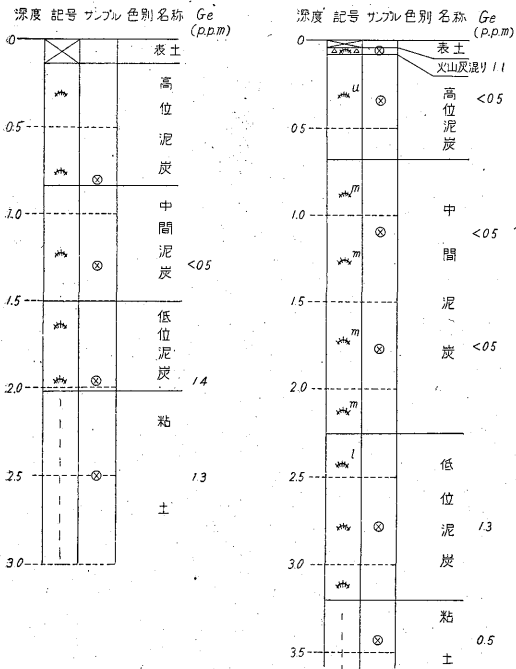
第5表 石狩平野地表下泥炭シーム群の対比表

札幌1号試錐		岩見沢御茶水試錐			
泥炭層	深度 (m)	泥炭層	深度 (m)	Cの元素分析値 (無水無灰) (%)	年代示数 (渡辺氏)
F' (?)	7.5	F	31	57.1	1.70°
E'	57	E	65	56.6	1.84°
D'	116	D	140	57.1	1.98°
C'	135	C	164	57.8	2.04°
B'	225	B	252	63.2	2.25°
A'	273	A	273	62.9	2.30°



第11図 石狩平野地表下300mの炭質物

あつて、石狩平野の下に数層の泥炭シーム群が記録されている。両孔の距たりは20km余であるが、第5表および第11図に示したように対比ができるので、広い泥炭地が地盤の沈下とともに地中に埋れて行つた過程がきわめて明瞭に了解される。泥炭のコアの炭化状況は下層ほど炭化度が高く、最下層のA群などは、無水無灰におけるCの元素分析値は63%に達し、亜炭と称してさしつか



第 12 図

Loc. 1 石狩郡新篠津村豊野 (40線×北3線)

実施日 28-8-18

Loc. 2 美唄市農試圃場内 実施日 28-8-21

えないものであった。

本所化学課の竹田技官による亜炭中のゲルマニウムの研究では、山形県下の亜炭シームについて、その上端から下端までの定量結果は、シームの最上層と最下層(各々10cmの厚さ)とにGeの濃集がみられ、平均20 p.p.m. くらいを示し、一方該シームの大半を占める中央部分(80~100 cm)にはほとんどGeが検知できないくらいの微量(<5 p.p.m.)しか含まれておらず、しかも上下の濃集状況は上盤と下盤との接触面において最大値に達し、僅か10cmの間で急激に5 p.p.m. 以下に減少するということがあつた。

筆者が石狩平野において泥炭シームを垂直に採取した例としては、新篠津村豊野(40線×北3号の交点附近)にて3mのコアボーリングを実施した際のもの、石

狩平野東辺にあたる美唄市に所在する農事試験場分室の圃場内で3.6mの壺掘りを行った際のもとのを得ていたが、これら試料について竹田技官により実施されたGeの分析値を柱状図に記入して、第12図に掲げた。

この図について説明すれば、豊野の試料では、中間泥炭にGeはほとんどなく、最下部の低位泥炭に1.4 p.p.m.、下盤粘土中には1.3 p.p.m.のGeを検出した。

美唄圃場における試料は、表層直下の火山灰を混じた高位泥炭中に1.1 p.p.m.のGeがあり、その直下の高位泥炭・中間泥炭中にはほとんど認められず、低位泥炭下部中に1.3 p.p.m.のGeが現われ、下盤粘土に0.5 p.p.m.のGe(ほとんど無し)を検出した。

そもそも地中の炭質物中に存在するGeの起源を何に帰すべきかについては、いろいろの説が行われていることではあるが、上記の豊野と美唄との2つの事例からでは、表土直下の火山灰および下盤粘土から由来するものであると断定することは難かしいし、さりとて植物の体内に、もともと存在していたものであつたともいい切れないところである。

たゞ泥炭シーム中のGeの垂直分布は、山形県下の亜炭シーム中のGeの垂直分布ときわめて相似した傾向を示していることだけは、確かな事実としてここに報告することができる。

泥炭が地中深く埋もれて、後期の堆積物の荷重・圧縮を受け、その間、脱水・炭化の作用が進み、同時に有機炭素にGeが結びついて、そのためにGeの濃集が行われたのではなからうかという憶測は、上述の一連の事実からあるいは導き出すことが許されるに到るかも知れない。亜炭・石炭の成因論に、現世の泥炭から進化して行ったものであるという仮説が、近頃一部の人々の間で唱導されはじめているが、筆者もこれに関し、Geのように炭素に結びつき易い特殊な稀元素に着目して、さらに精密な地球化学的研究を行えば、ある程度の妥当な根拠が得られるのではないかという端緒をみつけたことを、ここに報告する次第である。

(昭和29年8月調査)