

地質調査所報告第193号

北海道庶路地域の炭田ガスについて

地質調査所

昭和37年8月

553,981 : 553,94 (524) : 543+552

地質調査所報告

所長 兼子 勝

北海道庶路地域の炭田ガスについて

通商産業技官	本 島 公 司
同	牧 真 一
同	牧 野 登 喜 男
同	伊 藤 司 郎
同	柴 田 賢

目 次

要 旨	1
I. 緒 言	2
II. 日本における炭田ガス一般	3
III. 調査研究の問題点	3
IV. 調査研究の作業項目について	4
V. 地 質	6
VI. 地層を主にした調査結果	10
VI. 1 一般的説明	10
VI. 2 岩石の化学組成および堆積環境	10
VI. 2. 1 春採層岩石試料の主成分	11
VI. 2. 2 浦幌層群岩石試料の微量成分	13
VI. 2. 3 浦幌層群岩石試料の化学成分相互関係と堆積環境	15
VI. 3 粘土鉱物	24
VI. 4 間隙水の性質	26
VI. 4. 1 分析法	27
VI. 4. 2 水成岩の塩素	27
VI. 4. 3 観測結果について	29
VI. 5 岩石の顕微鏡観察結果	38
VI. 6 孔隙率と滲透率	38
VI. 7 有機物	41
VII. 流体を主にした調査結果	44
VII. 1 ガス	44
VII. 1. 1 組 成	44
VII. 1. 2 量と産状	47
VII. 2 地下水	49
VII. 2. 1 産 状	49
VII. 2. 2 Cl^- の経年変化	49
VII. 2. 3 地下水中の Cl^- の分布	54
VII. 2. 4 一地点における地下水の水質	55
VII. 2. 5 Cl^- と層位および深度	56
VII. 2. 6 地下水の坑内における変質	57
VII. 2. 7 地下水の性質	58
VIII. 鉱床学的検討	65
VIII. 1 ガスのあり場所	65

Ⅶ. 2 地下水の問題	70
Ⅶ. 3 ガス賦存量	70
Ⅶ. 4 採ガスについて	71
IX. 将来の研究と調査の問題点	71
IX. 1 鉱床の成因に関連して	71
IX. 2 化学的問題点	73
IX. 3 物理的問題点	73
IX. 4 地質的問題点	74
X. 結 言	74
文 献	75
Abstract	

北海道庶路地域の炭田ガスについて

通商産業技官 本 島 公 司
 同 牧 真 一
 同 牧野登喜男
 同 伊 藤 司 郎
 同 柴 田 賢

要 旨

釧路炭田庶路地域における炭田ガスの研究調査では、地質学的・化学的・物理学的方法によって、地層、地下水およびガスを対象とした作業を行ない、次に述べるようなことが判明した。

- 1) 坑内水は採掘作業によって非常に変質する。特に注意すべき成分は、 Cl^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 I^- 、 B などで、ガス関係の成分はもちろん注意が必要である。このため、坑内水の分析値は直接にその地層水などの性質を示さないことが多い。
- 2) 採掘によってガス質の変化がおきる。 H_2 、 N_2 、 Ar 、 O_2 、 CO_2 、 CO は特に大気による二次変質の面で注意を要する。
- 3) 坑内の岩石は、新鮮なときにはほとんど水で飽和されていると考えた方がよいと思われる。
- 4) 炭層下盤にあって、ほぼ静水圧をもった地層水のガス水比は、はるかに飽和以下である。
- 5) 地域的にも、層位的にも、地下水水質に著しい不連続がある。
- 6) 排気中に入る水分は、 $n \times 10\text{kl/day}$ ($n \approx 3$) に達する。
- 7) 地下における状況に対応して石炭が包蔵できる全ガス量よりも、多量（最大計算値の約3倍）のガスが坑内から排出されている。
- 8) 頁岩中の微量成分の相対含有量や主成分の量および粘土鉱物は、地層の堆積環境を考察する一助となりそうである。
- 9) 頁岩中には油田地帯の黒色頁岩と異なり硫化鉱物が意外に少ない。
- 10) 地域によって地下水中の Cl^- 量と、岩石間隙水中の Cl^- 量とが一致しないことがある。雄別層よりも上位では間隙水の方が Cl^- を多く含み、天水の浸入が推定される。これはさらに、ガスの賦存量とも関連しているようである。
- 11) ガスは、多量の地表水の混った深度約 200 m までの地下水と、水質から推定して地表水からよく遮断されている炭層下盤地下水とに挟まれた、地層部分に多い。
- 12) ガスは層位的には炭層およびその上位の頁岩で閉塞された部分に多いらしい。産ガスは構造的には背斜と断層に関連するようである。粗粒岩石の滲透率はあまり大きくない。
- 13) 地下水は試すいによる採ガスに対して、おおむね良い影響を与えていない。
- 14) 斜坑の内側と外側とは天水とガスの良い通路である。
- 15) 坑内の現状で移動する地下水の少ないところ、すなわち西卸地区に、移動するガスが多いようである。
- 16) 地上に開いた割れ目は、そこから地下に地表水を導き、ガス鉱床を破壊する。

炭層下盤地下水層に通せず、かつ下方にだけ開いた割れ目はガスの貯溜箇所として好適である。

17) ガスは地質学的に現在に近い時期に発生したものが多。

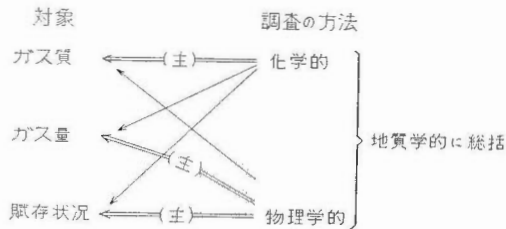
18) 採掘資料による -450 m 層準の石炭の包蔵ガス圧は、 $1.2\text{kg}/\text{cm}^2$ と推算され、本層下位のガス水比 1/10 に較べて、約 3 倍のガスを石炭がもつ計算である。

19) 尺別層から春採層までの地層中の有機炭素量は、石炭と泥岩中ではほぼ等しい。

20) 雄別層と春採層とで、現在までに $2.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ のガスを発生したと試算される。

I. 緒 言

炭田地域に産する可燃性天然ガスに対しては、従来種々の名称が使用されているが、こゝで炭田ガス (Coal field gas) というのは炭田地帯において、そこに分布する地層中から産する天然ガスを便宜的に総称するもので、地域・地質的産状に基づいた名称である。したがって成因的考察の基礎に立つものではない。明らかに石炭層から産するものは石炭層ガスあるいは炭層ガス (Coal bed gas, Coal seam gas) と呼ばれ、炭鉱坑内から産するものは炭鉱ガスあるいは坑内ガス (Coal mine gas) 等の名称で呼ばれている²⁶⁾。炭田ガス資源の利用には、その質、量、賦存状況を把握することが出発点であるが、いままでのところこれらに対して満足すべき調査法がみあたらない。質、量、賦存状況の三者は、それぞれに相互関係を持っている変数であつて、その一つ一つを独立的に分離して調査研究することはできない。このために私達は現在、狭義の地質学的方法を根幹にした調査研究法に、物理学的方法および化学的方法の導入を試みている。この関係は次のように簡略化して表現できると考えられる。



^{しよる}北海道庶路炭鉱は、出炭トン当りの排気メタンガス量が多く²⁶⁾、ガス鉱山として注目されていたが、われわれによるその調査研究は次のように行なわれた。

- 昭和 30 年度 牧野による現地予察調査
- 〃 32 〃 本島・牧・牧野・柴田による現地調査
- 〃 33 〃 本島・牧野・伊藤・柴田による現地調査
- 〃 32~34 〃 室内分析、文献調査、その他の室内研究

昭和 30 年度には坑内外一般の予察を行ない、32 年度には主として坑内西卸地区を、33 年度には主として坑内二卸地区を調査した。

作業分担は次のとおりである。

- 総括および報告書の作製 本島
- 現地調査 本島・牧・牧野・伊藤・柴田
- コア一般分析 本島・牧・伊藤・柴田
- 質量分析計によるガス分析 柴田
- X線分析 柴田
- 有機物分析 牧

孔隙率と滲透率の測定 本島・牧野

なお室内研究では、岩石主成分の分析を化学課川野昌樹が、また岩石微量成分の分析を地球化学課安藤厚が担当した。

調査に際して援助を下さり、かつ貴重な資料の公表を許可された明治鉱業株式会社の方々に深謝の意を表する^{注1)}。

II. 日本における炭田ガス一般

推定埋蔵量約1兆 $m^{3(1)54)}$ といわれる本邦の天然ガス埋蔵量の、約70%を占めている炭田ガスは、主として古第三系の夾炭層に近く賦存するといわれる²⁵⁾。

わが国で昭和34年度に排出された炭田ガスは³⁰⁾、約11億 m^3 と推定され(純メタン換算)、そのうち年間ガス使用量は約1億2400万 m^3 である。その使用内訳は、山元の発電38.6%、山元暖房7.1%、ボイラー30.6%、浴場1.3%、その他の山元消費1.5%で、山元において79.1%が消費されている。さらに化学工業には20.2%、都市ガスには0.7%が使用されている。炭田ガスによる化学工業として目ぼしいものは⁵⁵⁾北炭幌内炭鉱のカーボンブラック、日炭高松のアクリルニトリル⁵⁵⁾、常磐炭鉱の硫安²⁸⁾、三菱大夕張炭鉱のメタノール⁵³⁾などである。

これらのガスは、常磐炭田における51,500 m^3/day の坑外ポーリングによるガス採取以外は、ほとんど坑内からのガス抜によって得られている。

推定ガス埋蔵量のうち北海道は77.4%、九州は20.1%、本州は残りの2.5%を占めている。

炭田ガスは、地層中では遊離、吸着、水溶の三つの形で存在するとされており、炭層は最もよいガス貯溜層であると一般に信ぜられている⁵⁴⁾。

炭田ガスの組成は⁵⁾¹⁷⁾²⁶⁾⁴⁰⁾⁴¹⁾⁶⁶⁾、 CH_4 を主とし、微量の N_2 、 CO_2 、Ar、 C_2H_6 、 C_3H_8 、CO、 H_2 などを含むことが知られている。そして、 CH_4 だけが格別に多いことがこのガスの特徴である。炭層ガスではArと N_2 の比がほぼ一定であると報告されており、その値は空気のものに近いといわれる⁶⁶⁾。

炭田ガス量と稼行水準の間には、正比例の関係があり、出炭トン当りガス量 y (m^3)と、稼行水準(海水準) x (m)との間には次式が成立する³⁰⁾。

$$\text{大夕張} \quad y = 71.8 - 0.0265x$$

$$\text{美唄・砂川} \quad y = 21.5 - 0.0405x$$

$$\text{赤平} \quad y = 16.51 - 0.0482x$$

$$\text{雄別} \quad y = 9.2 - 0.0232x$$

これらの式で明らかのように、大夕張のような全体的にガスの多い鉱山と、赤平のように深部に急激にガス量を増加する鉱山とがある。

炭田ガスの調査には地下水と、岩石そのものに関する資料が比較的欠けていることが、いままでの本邦における調査の大きな特徴と思われる。

III. 調査研究の問題点²⁶⁾

炭田ガスの調査研究には、すべての鉱床調査と同じくその質、量、存在状況を把握することにつきることはすでに述べた。

このうち質に関しては、空気の混入、微少な化学反応、などの影響を除けば、その大局的な有様を把握することは大した困難を伴わない。

量の問題は特に存在状況と密接に関連する。そして地層という固体の中における液体と気体のバランスを考慮にいれたきわめて動的な解釈を必要とする。現在における炭田ガス調査法確立に関する問題の中心点と

注1) 発表許可 昭和34年11月17日、明治鉱業(株)本社において。

なっているのは、ここに集約される。たとえば、地下にある地層中の地下水の量と質、地下水の動きかた、地下にある地層の持っている物理的条件のもとにおけるガスの保持状態とその状態別のガス量、ガスの時間の函数としての動き方などの重要問題がこれに含まれる。

ガスの成因的研究は、鉱床の現況把握と主として物理的、化学的理論によって展開されるが、ガス鉱床の拡がりの推定や、新鉱床の発見、別種鉱床の探査などにきわめて密接に関連する。

要するに、現在考えられる炭田ガス調査研究の要点は、現存する鉱山、探炭ボーリング、ガス徴候、その他を最大限に利用して、上記したような重要問題点を刻明に解き、はっきりとした問題点を把握した後に、その重要な点を解明するために、例えば試験用ボーリングその他による作業に連ならせることであると考えられる。

「炭田ガスの存在状況などに関しては、水溶性のガスの賦存状況におけるガス水比のような決定的なよりどころがみつけれられていない。いわゆる鉱床学的な theory に欠けているので地質学に基礎をおいたあらゆる面にわたる大量の観測結果から、これらを生み出すように努める必要があると考える。」

以上に述べた問題点について、どのような作業を行なったかを、次の章で説明する。

IV. 調査研究の作業項目について

外業および内業を通じて行なったおもな作業は次のような内容である。

A. 主として化学的方法によるもの

1. 坑内水の分析
2. 坑内の岩石試料に対する Cl^- , NH_4^+ 量の測定
3. 探炭試すいのコアに対する上記の試験
4. 石炭の含有ガス量の測定
5. 炭田ガスの採取とその精密分析
6. 岩石試料の主成分および微量成分の分析
7. 岩石試料の有機物の定量

B. 主として物理的方法によるもの

8. 岩石試料の比重測定
9. 岩石試料の含水量測定
10. 岩石試料の孔隙率、滲透率測定
11. 岩石試料の液体飽和率測定
12. 岩石試料の薄片による岩石学的検討、X線による粘土鉱物の検討

C. 物理学および化学的方法によるもの

13. 排気による水分の坑外排出量の計算
14. 排気中のメタンガス量の計算
15. 出炭および坑外搬出ボタ量に対する排気メタン量の検討
16. 探炭ボーリング井のガスと水の産状調査
17. 二卸大出水に関するガス鉱床学的検討

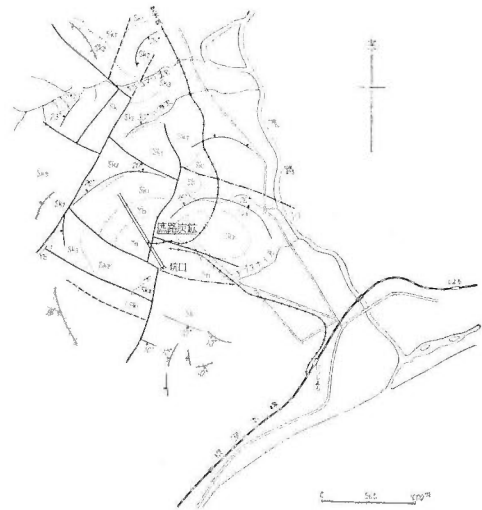
D. 地質学的方法

18. 資料の収集、解析、総括

なお分析法、測定法は特に述べたもののほかは、一般の天然ガス鉱床調査に用いられているものによっている（文献 13 参照）。

Geologic age 地質時代		Thickness 層厚(m)	Columnar section 柱状図	Rock facies 岩質
冲積層 Al		0 ~ 50		泥砂礫
洪積層 D1		0 ~ 200		泥砂 雜色粒礫岩
本別統	庶路層 Hb			凝灰質砂岩 粗-中-細砂 砂岩 火山礫質礫岩
	直別層 cb	300 400	600	板状層 灰色凝灰質泥 珪質頁岩 凝灰質 中-細粒砂岩
漸内統	縫別層 Nb	350 500		800
	茶路層 Ty	200 300	300	
新別統	大曲層 om	50 100		100
	尺別層 Sb	200	砂岩頁岩(泥岩) 砂岩頁岩互層 多数炭層 凝灰岩 植物化石を含む	
世櫻	舌辛層 Sk ₃	315	860	上半塊状砂岩 下半薄板砂岩 (含化石)
	Sk ₂			泥岩砂質泥岩 介化石多
	Sk ₁			100 15 上部に砂岩 下部に頁岩 砂質頁岩 介化石多し (一部に天然ガス) 砂岩多
	雄別層 Yb	95	本岐灰	頁岩と夾む 洪積植物化石を含む
天寧層 In	100		雜色小粒礫岩 礫質砂岩 砂質頁岩薄炭層を含む	
春採層 Hc	115	庶路灰	砂岩多 頁岩と夾む 炭層植物化石 を含む	
別保層 Sp	30		黑白中小礫岩	
白堊系 Cr	未詳		砂岩 砂質頁岩	

第1図 b 庶路付近地質柱状図
Geologic section of the Shoro district



第1図 a 庶路炭鉱付近地質路図(明治鉱業株式会社資料を主とする)
Geologic map of the Shoro district

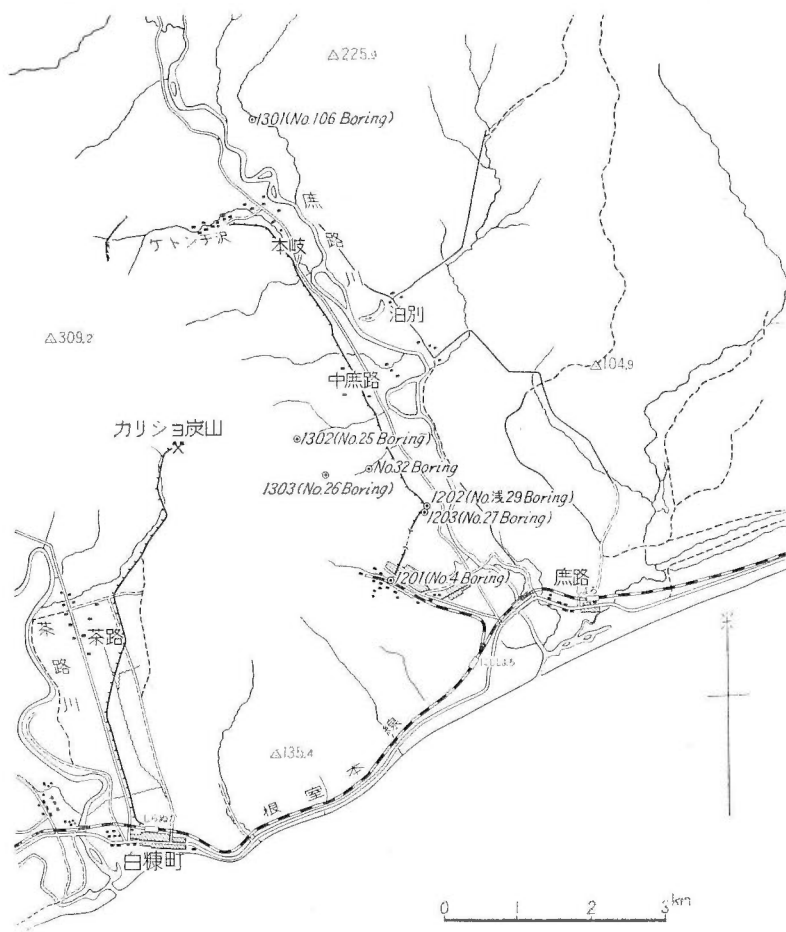
V. 地 質

北海道東部の太平洋に面した広い地域を占める釧路炭田は⁴³⁾⁵⁷⁾、上部白堊系を基盤とし、含炭古第三系、新第三系および第四系からなっている。

調査地域である庶路炭鉱付近における地質状況は第1図に、地形は第2図に示すようである。

庶路炭鉱付近では白堊系の地表露出は見られないが、白堊系の見られる他地域では浦幌層群に不整合に被覆されており、堆積相は海水相を示している。庶路炭鉱で実施した探炭試すいで白堊系まで掘進されたものがあり、これによると岩相は砂岩および砂質頁岩である。しかしその資料はきわめて乏しいが他地域と同様海水相を示すものと思われる。

浦幌層群は釧路炭田全般に分布する含炭古第三系で、化石の産状およびその岩石の組成から岩相をみると



第2図 地形および坑井測定位置図

Topographic map showing locality of bore-holes

淡水—汽水—海水—汽水—淡水—汽水の6相が認められている⁵⁷⁾。本層群は下位から別保・春採・天寧・雄別・舌辛・尺別の6地層に分けられている。これらの地層区分のうちこの報告書では明治鉱業株式会社の従来の慣例に従っており、佐々⁴³⁾・鈴木⁵⁷⁾の地層区分と異なって雄別層上部の泥岩を舌辛層下部砂岩頁

岩帯に含ましめてあるが、最近では同社地質課にあつてもこの泥岩は雄別層に属さしめているようである。しかし調査資料その他の混乱を避けるために従来の地層区分に従つて統一使用している。

別保層は基底礫岩的地層で、岩相は古期岩類の礫を主とする中礫岩からなり、外見が暗黒色を示すところから通称“黒だま”と呼ばれている地層である。また上部に中粒～粗粒砂岩、泥質砂岩の薄層を挟有している。

春採層は庶路坑における主要稼行夾炭層であり、主要炭層は本層の中位に存在している。主要炭層から上位の岩相は暗灰色泥岩～砂質泥岩が多く、下位は帯青灰色アルコーズ中粒～細粒砂岩が多くなっている。

天寧層は全層を通じてほとんど礫岩層からなり、その礫岩は特に赤色珪岩礫を多く含む特徴的な赤色ないし雑色を示しており、前述の別保層の“黒だま”に対して“赤だま”と呼ばれ、春採・雄別両夾炭層を識別する良い目印となっている。またわずかに泥質岩・砂質岩のほか、ところによって薄炭層を挟有することがある。

雄別層は本岐坑における主要稼行夾炭層であつて、砂質岩を主とし泥質岩を従とする地層で、下半部に稼行炭層を挟有している。砂質岩は帯青灰色アルコーズ中粒～細粒砂岩であり、泥質岩は暗灰色～暗青灰色を呈する泥岩・砂質泥岩である。

舌辛層は鉦路炭田全域にわたり浦幌層群中最も特色ある海成相を示す地層であつて、下部砂岩頁岩帯、中部泥岩帯、上部砂岩帯の3帯に分けられている。

下部砂岩頁岩帯は上半部が帯青灰色ないし淡青灰色アルコーズ中粒～細粒砂岩を主体とし、わずかに暗灰色泥岩を挟有している。下半部はほとんど帯緑青灰色泥岩～砂質泥岩であつて、わずかに淡青灰色中粒～細粒砂岩を挟有している。(この下半部が前述のように佐々・鈴木の地層区分では雄別層に含ましめている部分である。)

中部泥岩帯は全般的に泥質岩で帯青暗灰色砂質泥岩・泥岩からなり、泥灰質団塊および小円礫等を含むことがある。

上部砂岩帯はほとんど砂岩からなり、下半部は帯青灰色薄板状層理を示す細粒砂岩からなり、中部泥岩帯に近づいて暗灰色砂質泥岩薄層をしま状に挟有する。上半部はほとんど淡青灰色アルコーズ中粒砂岩である。

尺別層は砂質岩を主とし、泥質岩を従とする互層からなり、砂岩は帯青淡灰色アルコーズ細粒～中粒砂岩であり、泥岩は暗灰色泥岩～砂質泥岩である。炭層は泥岩部に薄層が数多く挟有されている。

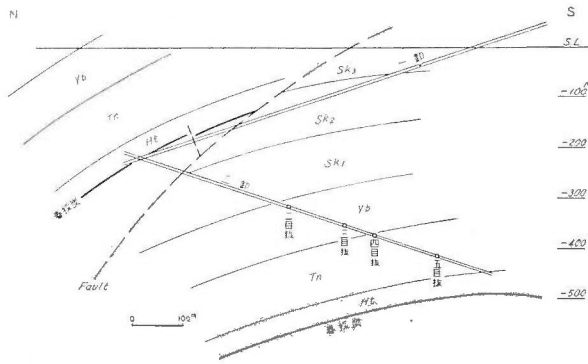
以上が庶路付近に分布する主要地層の説明である。

これら地層群の堆積環境については鈴木⁵⁷⁾・佐々⁴³⁾がそれぞれ発表している。鈴木泰輔の研究調査による白糠図幅によれば、浦幌層群下位の別保層・春採層・天寧層・雄別層は淡水相とされ、舌辛層下部砂岩部層はほぼ汽水相、舌辛層中部の淤泥岩部層と同上部砂岩部層は海水相にされている。また尺別層の最下部は汽水相、同中部は淡水相、同上部は汽水相とされている。

一方佐々保雄の執筆にかゝる北海道炭田誌⁴³⁾によると天寧層と雄別層下部に植物化石を産し、雄別層上部に淡水棲動物化石、舌辛層下部に汽水棲動物化石、同中部と同上部に海棲動物化石をそれぞれ産する。なお尺別層も植物化石を産している。そして、これらによる堆積相の区分けは、白垩紀層は海水成層、別保・春採両層は淡水成層、天寧層は淡水ないし海水成層、雄別層は淡水ないし汽水成層、舌辛層は汽水ないし海水成層、尺別層は淡水ないし汽水成層とされている。

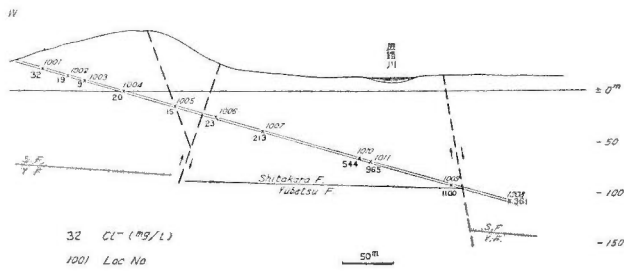
いずれにしても別保層から雄別層の間は淡水の影響が強くなり、舌辛層において最も海水の影響が強くなり、尺別層でやゝ海水の影響が少なくなった、とみるのが従来の一般的見解である。

地質構造の特徴は、多くの断層ブロックに分かれているが、全体として庶路付近に半ドームがあり、これを中心として放射状に断層が走ることである。断層としてはN 20°～40° E 方向の逆断層と、N 50° W 方向の正断層があり、それによって小ブロックに分けている。地層は30°以内の緩傾斜が多い。第3図には、第1図に示した庶路坑における地質断面を、第4図には第2図の本岐坑ケトンチ沢のケの字位置からほぼ東へ



第 3 図 庶路一卸・二卸付近地質関係図 (明治鉱業株式会社資料)

Geologic section along Nioroshi, Shoro mine
(According to the data of Meiji Mine Co.)



第 4 図 本岐坑における地質および間隙水中の Cl^- 分布図

Geologic profile and distribution of Cl^- in
interstitial water of rock at Ponki coal mine

の地質断面を示す。

採炭している炭層の層位は庶路坑では春採層、本岐坑では雄別層中のものであり、出炭は月産約1万トンといわれる。その石炭⁵⁷⁾は亜瀝青炭に属し、工業分析結果は第1表のようである。すなわちこの地域の石炭は純炭カロリー約7,500~8,000であり、燃料比は0.76~1.13となり、CEAC分類の亜瀝青炭Eにはいる。釧路炭田の石炭は亜瀝青炭で、常磐炭田の石炭にはば炭質が相当する揮発分の多いものであり、同じく炭田ガスを多量に含んでいる夕張炭田などの瀝青炭よりも、はるかに炭化度の低い特徴がある。

第1表 石炭の工業分析表

Data of technical analyses of coal

夾炭層名	尺別層	雄別層	天寧層	春採層	
	Shakubetsu F.	Yubetsu F.	Tenneru F.	Harutori F.	
炭層名	(平均)	本岐炭	舌辛炭	庶路炭上層	庶路炭下層
水分 (%) moisture	11.54	6.75	6.32	5.50	4.51
灰分 (%) ash	18.25	17.30	14.79	26.20	12.35
揮発分 (%) volatile matter	33.35	38.60	40.50	33.50	47.20
固定炭素 (%) fixed carbon	37.81	36.00	38.50	34.30	35.80
全硫黄 (%) sulfur	0.583	0.341	0.270	0.135	0.169
発熱量 (cal) calorific value	5,164	5,858	6,116	5,250	6,625
灰の熔融点 (°C) melting point of ash		1250		1200	1370
粘結性 caking property	不粘	不粘	不粘	不粘	不粘

(明治鋳業株式会社資料)

夾炭層の岩質別構成百分率を、明治鋳業株式会社の資料によってうかがうと、第2表のようになる。この表に欠けている舌辛層には泥質部が多い。そして、これら地層の構成内容から結果づけられるものと、従来考えられてきたものようであるが³⁶⁾⁵²⁾、地下水とガスは舌辛層から春採層にわたる400m余の層厚を示す地層間にわたる試すいで認められ、特にガス帯として有力なものは⁵²⁾雄別層の上部とされている。

第2表 夾炭層の岩質別構成百分率

(夾炭層の層厚%で示す)

Percentage of rock facies in coal bearing formations

夾炭層名		尺別層 Sb	雄別層 Yb	天寧層 Tn	春採層 Hc
層 thickness	厚 (m)	78	85	90	126
礫 conglomerate	岩 (%)	0	0	92.3	0
砂 sandstone	岩 (%)	74.5	55.0	3.9	33.5
砂質頁岩 sandy shale	岩 (%)	12.5	18.0	2.0	26.0
頁岩または泥岩 shale	(%)	6.4	24.0	1.7	35.1
泥灰岩 marl	(%)	0	0	0	0
石炭および炭質頁岩 coal and coaly shale	(%)	6.6	2.7	0.1	4.9
凝灰岩 tuff	(%)	0	0.3	0	0
その他 others		0	0	0	0

(明治鉱業株式会社資料)

VI. 地層を主にした調査結果

VI. 1 一般的説明

この調査研究は、庶路坑と本岐坑を含む第2図に示された地域について行なわれた。坑外調査では、旧探炭試すい孔による地化学調査が主になり、その測定対象になった坑井位置は同じく第2図に記されている。コア試験を行なった32号ボーリングは、庶路坑口のやや北方にあり、調査地内の代表的坑井である。坑内調査の主力は庶路西卸、二卸に集中され、予察的に本岐新斜坑に対する調査が行なわれた。

ここに述べる事項は、したがって、32号ボーリングと庶路坑内のことが主で、本岐新斜坑の僅かな資料がつけ加えられている。

岩石試料の採取法は格別変わったところはない。すなわち、ボーリング・コアは鉱業所に保管してあるものから適宜風乾試料を採取し、坑内試料は坑道や切羽などから注意して採取した。ただ液体飽和率測定用の試料だけは、一応特殊な取扱いをしている。それは、まず坑道掘進の最先端の新鮮な岩石の取れる所で、発破直後に泥岩の大塊からピツクでその真中部から片を取り出す。そして、ジャーに入れて坑内へ持参した融点60°C前後のパラフィンで、その現場において直ちに金属円筒中へ完全に試料片をシールしてしまい、これを東京の実験室へ運んだ。

VI. 2 岩石の化学組成および堆積環境

従来の天然ガス調査で最も欠けていたのは、地層を形成する岩石そのものの研究であろうと思われる。そ

れは、流体を包蔵する点で研究の出発点であり、ガス源としての重要性もいうまでもない。さらに、最近の化学組成による堆積環境の研究には注目すべきものがあり、今後の鉱床調査では、岩石の化学組成の研究はその重要な面を占めるものと思われる。

VI. 2. 1 春採層岩石試料の主成分

春採夾炭層から採取した9個の岩石試料について、化学課川野昌樹が分析した結果は、第3表のようになる。これを層序にしたがって図化すれば、第5図を得る。なお、試料番号が0701, 1007の両試料は庶路坑の西卸坑内で採取したものであるが、便宜上第5図の中へ*印で挿入した。

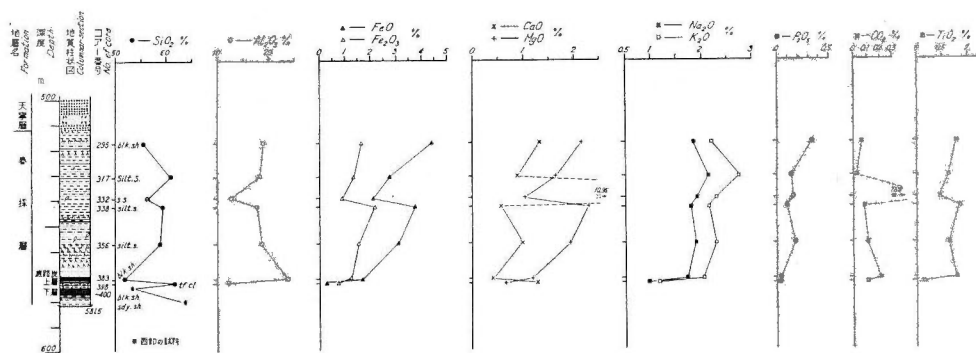
第3表 春採層岩石試料の主成分
Major constituents in rocks from Harutori formation

No.	庶路 No. 32 295	庶路 No. 32 317	庶路 No. 32 332	庶路 No. 32 338	庶路 No. 32 356	庶路 No. 32 383	庶路 No. 32 398-400	庶路 0701	庶路 1007
試料品名 Rock facies	Black shale	Silt stone	Sand stone	Silt stone	Silt stone	Black shale	Tuff clay	Sandy shale	Black shale
採取場所	庶路 No. 32 Boring core	庶路 No. 32 Boring core	庶路 No. 32 Boring core	庶路 No. 32 Boring core	庶路 No. 32 Boring core	庶路 No. 32 Boring core	庶路 No. 32 Boring core	炭層下盤	炭層合盤
Locality	depth 517.8m	depth 531.1m	depth 539.6m	depth 543.2m	depth 557.4m	depth 571.6m	depth 573.2m		
SiO ₂ (%)	55.68	61.34	56.56	59.48	58.82	51.92	66.56	64.10	53.64
TiO ₂ (%)	0.78	0.63	0.45	0.86	0.66	0.79	0.12	0.63	0.71
Al ₂ O ₃ (%)	19.11	18.32	12.79	17.89	18.74	23.97	12.47	17.74	22.83
Fe ₂ O ₃ (%)	1.66	1.35	0.88	2.17	1.53	1.26	0.75	1.08	1.55
FeO (%)	4.41	2.73	2.05	3.74	3.05	1.85	0.29	1.65	2.19
MnO (%)	0.06	0.04	0.17	0.06	0.04	0.02	0.01	0.06	0.04
MgO (%)	2.16	1.65	1.04	2.31	1.95	1.25	0.67	1.17	1.54
CaO (%)	1.33	0.89	10.96	0.57	1.01	0.42	1.30	1.96	1.23
Na ₂ O (%)	1.85	2.14	1.93	1.80	1.92	1.74	0.99	1.84	1.55
K ₂ O (%)	2.20	2.55	2.30	2.17	2.29	2.07	1.19	2.19	1.85
P ₂ O ₅ (%)	0.34	0.14	0.16	0.09	0.18	0.04	0.04	0.14	0.16
+H ₂ O (%)	5.37	4.49	2.36	5.23	5.16	7.95	6.16	4.68	6.84
-H ₂ O (%)	2.45	1.84	0.45	2.13	2.38	2.53	8.34	1.50	3.91
CO ₂ (%)	0.06	0.02	7.69	0.08	0.11	0.21	0.11	1.05	0.11
A Total (%)	97.46	98.13	99.79	98.58	97.84	96.02	98.98	99.79	98.15
B Total (%)	99.91	99.80	99.95	99.84	99.68	99.95	99.55	99.95	99.88

備考 Total B は +H₂O, -H₂O, CO₂ 有機物 FeO→Fe₂O₃ 等に相当する Ig, loss に Fe→Fe₂O₃ 補正値を加え、算出したものである。 B-A = 有機物とみなされる。

Sampled : 1957

Analyst : M. Kawano, 1958



第 5 図 庶路 No.32 試すいコア化学組成
Chemical composition of No. 32 boring cores

分析：川野昌樹

まず、第 3 表から春採層各岩相別の化学組成を考えてみる。従来の研究では一般水成岩の平均化学組成³⁴⁾の特徴として、次のような関係が認められている (Pettijohn による)。

SiO ₂	頁岩	58.10%	<	砂岩	78.33%
TiO ₂	〃	0.65	>	〃	0.25
Al ₂ O ₃	〃	15.40	>	〃	0.81
Fe ₂ O ₃	〃	4.02	>	〃	1.07
FeO	〃	2.45	>	〃	0.30
MgO	〃	2.44	>	〃	1.16
CaO	〃	3.11	<	〃	5.50
Na ₂ O	〃	1.30	>	〃	0.45
K ₂ O	〃	3.24	>	〃	1.31
H ₂ O	〃	5.00	>	〃	1.63
P ₂ O ₅	〃	0.17	>	〃	0.08
CO ₂	〃	2.63	<	〃	5.03
SO ₃	〃	0.64	>	〃	0.07
BaO	〃	0.05	=	〃	0.05
C	〃	0.80			

以下に粒度を考慮したうえで春採層の特徴を探してみる。

まず、春採層の黒色頁岩 3 個の分析値と、日本における重要な産油・産ガス地域になっている秋田油田の新第三系についての分析値とを比較してみる。油田地帯の資料は黒川油田 R 144 号³⁷⁾のコアについてのものである。

	庶 路 炭 鉱		黒 川 油 田	
	春採層のシルト岩	春採層の黒色頁岩	船川層の黒色頁岩	天徳寺層のシルト岩
SiO ₂ (%)	58.8 ~ 61.3	51.9 ~ 55.7	62.5 ~ 63.7	55.9 ~ 61.9
TiO ₂ (%)	0.63 ~ 0.86	0.71 ~ 0.79	0.26 ~ 0.32	0.32 ~ 0.42
MgO (%)	1.65 ~ 2.31	1.25 ~ 2.16	0.87 ~ 1.14	1.01 ~ 1.25
CaO (%)	0.57 ~ 1.01	0.42 ~ 1.33	0.60 ~ 0.91	0.47 ~ 0.90
H ₂ O+ (%)	4.49 ~ 5.23	5.37 ~ 7.95	3.83 ~ 5.15	3.96 ~ 6.50
H ₂ O- (%)	1.84 ~ 2.38	2.45 ~ 3.91	11.5 ~ 12.6	7.4 ~ 8.8

この数値から特徴として認められるのは、まず黒色頁岩を較べてみると SiO_2 において船川層のほうがはるかに多く、 TiO_2 は逆に春採層において多いことである。また MgO は春採層に多く、 H_2O はプラス、マイナスともに船川層に多い。 H_2O の多いことは後に岩石の顕微鏡観察の項でも述べるが、船川層の頁岩において、粘土鉱物が春採層の頁岩よりもきわめて多いことに原因すると思われる。この反面 SiO_2 がより細粒である船川層頁岩に多いのは、おそらく amorphous の SiO_2 がそこにより多く存在するものであろう。 TiO_2 は一般に陸地に近い detrital material としての分布をするといわれるが²⁹⁾、従来淡水成層といわれ船川層頁岩よりやや粗粒な春採層頁岩においてその量が多いことは注目に値する。

第3表の分析値を、Pennsylvanian Age の頁岩のそれと比較すると²⁹⁾、春採層の黒色頁岩と、シルト岩は

	黒色頁岩	シルト岩
SiO_2	やや少	やや多
TiO_2	やや少	やや少
MnO	非常に少	非常に少
CaO	多	多
K_2O	少	少
Na_2O	多	多

などの特徴があらわれている。

ついでシルト岩について比較すると、春採層・天徳寺層の間にあつて SiO_2 は差が認められず、 TiO_2 はやはり春採層に多く、 MgO も同様である。

第3表中に分析値が示されている砂岩の試料は、 CaO と CO_2 のきわめて多い石灰質砂岩であり、試料に希塩酸溶液を加えることによつて著しい発泡を見、さらに後述のように顕微鏡下で carbonate mineral の著量が見られるので、春採層砂岩を代表していないと思われる。さらに表中の tuff clay は庶路炭上層と下層の合盤あいはらのものであつて、 SiO_2 と Al_2O_3 に富む特徴がある。

春採層岩石試料の主成分分布の特徴としては、次のようなことに気づく。

- ① FeO 、 Fe_2O_3 ともに、試料番号 332 号と 338 号試料の間で傾向上の不連続がある。いずれも上位に量を増している。
- ② TiO_2 量も同じく試料番号 332 号と 338 号試料間に傾向上の不連続があり、いずれも上層位に多くなる。
- ③ MgO も全く同じ傾向にある。
- ④ Al_2O_3 は砂岩と tuff clay を除き、やや下位に量が増える。

この①～③に認められる傾向の不連続なところ、すなわち試料番号 332 号と 338 号試料の間は、後に述べる Ga, Rb, B による地層の堆積環境の推定や、 $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ 値による環境の推定などでも、いずれも区切りにあたることであることは一応注目される。

粘土鉱物、薄片観察、有機物については後に説明する。

VI. 2. 2 浦幌層群岩石試料の微量成分

坑内の岩石試料と、庶路 32 号試すいコアについて、これを風乾し、そのまま粉砕して地球化学課安藤厚によつてスペクトル分析された結果が第4表に示されている。その分析条件は下記のようなものである。

分析条件

ジャコー・エパート型 3.4m 平面回折格子分光器、二次スペクトルを使用。試料は、メルク製最純塩化ナトリウム 1:1 (Wt) に混合、直流弧光法による。スリット 20/1000 mm, 露出 90 秒。

電極は日立スペシャル、乾板はイーストマン・コダック分光分析用 No. 1。

現像は D-19, 3 分。

水成岩中の微量成分³²⁾を扱う際には、その岩石を構成するものを粒度によって幾つかに分けて分析する場合と¹³⁾¹⁴⁾、そのまま分析する場合とがある¹⁵⁾¹⁸⁾。この実験では前述のようにそのままの試料について

第4表 庶路炭鉱産岩石
Minor constituents in sedimentary

Loc. No.	No.	Li	Rb	Sr	Ba	B	Ni	Co	
Shoro	0701	1	25	80	10	50	10	30	25
"	1001	2	75	70	100	100	7	50	20
Shoro Boring No. 32	— 7	3	75	90	100	100	50	50	20
"	" — 54	4	50	90	100	100	50	100	30
"	" — 57A	5	50	80	30	30	75	60	30
"	" — 57B	6	50	70	100	100	50	60	25
"	" — 79	7	50	80	20	50	50	50	20
"	" — 96	8	75	80	100	100	50	100	30
"	" —130	9	75	90	25	75	30	20	7
"	" —206	10	50	80	30	75	25	25	10
"	" —252	11	50	70	30	100	100	50	35
"	" —255	12	25	60	60	100	10	30	10
"	" —258	13	25	30	70	50	100	250	35
"	" —282	14	50	60	400	600	30	100	30
"	" —295	15	75	80	75	150	50	75	35
"	" —317	16	50	70	75	300	50	25	7
"	" —332	17	25	50	250	250	50	25	10
"	" —338	18	40	80	70	60	25	75	25
"	" —356	19	40	70	60	50	25	50	35
"	" —383	20	80	80	25	25	10	25	10
"	" 398—400	21	*	60	400	300	7	5	*

As, Sb, Bi, In, Tl, Ag, Cl, W, Be, Cs, and Au are present amount less than their sensitivities.

Analyst : Atsushi Ando, 1959, Apr. 30.

分析値が求めてある。

定量した成分は15で、それは Li, Rb, Sr, Ba, B, Ni, Co, Cr, V, Cu, Pb, Sn, Mo, Ge, Ga である。

As, Sb, Bi, In, Tl, Ag, Cd, W, Be, Cs, Au はその分析感度^{注2)}以下の量しか存在しない。

第4表の数値と Ruhr 石炭系頁岩中の微量成分量とを比較してみると、庶路の岩石は次のような性質をもっている。すなわち、① Ba がきわめて少ない、② Ni がやや多い、③ Mo がだいぶ少ない、④ Cu がだいぶ少ない、⑤ Ga がだいぶ多い、⑥ V がやや多い、⑦ B がやや多い、などである。これはおそらく主として水成岩を形造る物質の供給地の相違からくるものと思われる。

第4表を層位と関連させて整理すると、第6図を得る。この図で特に気付くのは、雄別層最下部から春採

注2) 検出限界(%) As……0.008, Sb……0.001, Bi……0.0025, In……0.0001, Ag……0.0001, Cd……0.0001, W……0.001
Be……0.0002, Cs……0.0002, Au……0.001

試料中の微量成分
materials from Shoro coal mine

Cr	V	Cu	Pb	Sn	Mo	Ge	Ga	Rock facies	Depth (m)
10	200	7	30	7	2	*	30	sdv, sh	—
10	100	25	50	10	1	*	40	black sh.	—
50	200	25	25	15	1	5	40	silt s.	29.8—30.0
30	100	10	10	15	1	3	30	f. silt s.	134.6—144.8
50	200	10	10	15	1	3	30	silt s.	165.5—173.6
30	100	10	10	15	1	3	20	//	//
30	200	25	25	15	1	3	30	f. silt s.	228.2—229.7
60	200	30	30	20	1.5	3	40	silt s.	282.5—289.5
20	200	20	30	10	1	3	40	//	322.5—322.7
10	100	20	30	10	1.5	*	40	//	369.9—370.4
25	200	20	30	7	2	3	40	//	398.2—399.2
*	50	7	30	5	1	*	5	m. s. s.	401.2—405.4
100	200	25	10	25	1	7	30	clay s.	412.3—413.6
50	100	25	30	15	1	3	10	c. silt s.	484.6—484.9
30	200	25	30	25	2	3	40	black sh.	517.8—518.1
10	200	25	30	15	1.5	*	30	silt s.	531.1—531.3
10	250	7	25	5	1	*	7	med. s. s.	539.6—540.0
50	200	25	25	15	1	*	20	f. silt s.	543.2—545.4
25	200	25	30	10	2.5	3	30	silt s.	557.4—562.4
10	200	25	30	7	1	3	40	black sh.	571.6—572.0
*	20	2	25	5	1	*	20	tuff clay	571.2—574.4

層の間は化学成分の変動が著しいことであり、雄別層の中部から舌辛層上部までは変化が少ないことである。これと同様な傾向は、Ruhr—Saar 地方でも観察されていて炭層付近で各種成分の変動が多いことが報告されている¹⁵⁾。

VI. 2. 3 浦幌層群岩石資料の化学成分相互関係と堆積環境

地層の堆積環境を知ることは、鉱床調査のきわめて重要な仕事の一部である。従来この研究方法としてとりあげられていたものは、古生物学的方法が主であり、それには軟体動物・有孔虫・珪藻・放射虫などが有効とされている。釧路炭田における従来の研究では、主として軟体動物によっていて、詳細にわたる堆積環境の研究は将来に俟つところが多い。

岩石の化学組成や鉱物組成によって、地層の堆積環境を知ろうとする試みは、地球上主として気圏、水圏、生物圏、岩石圏における元素の輪廻に関する研究の進んだことによる点が多い。粘土鉱物によるこの種

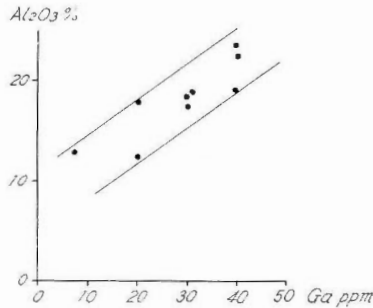
の研究4)9)13)21)23)29)46)56)63)64)は特に最近X線回折装置や示差熱分析装置の進歩によって一段と前進させられており、岩石の主成分や微量成分による研究もアルカリ分析技術や定量分光分析技術の進歩によって同じく著しい前進がみられている。

粘土鉱物に関しては、次項の説明にゆずる。

ここでは主として堆積環境の区わけは、淡水域、汽水域、真鹹水（海水）域として説明をすすめる。そしてその水域における詳細な環境、たとえば pH や redox potential³³⁾³⁴⁾ などについては直接にはふれない^{注3)}。

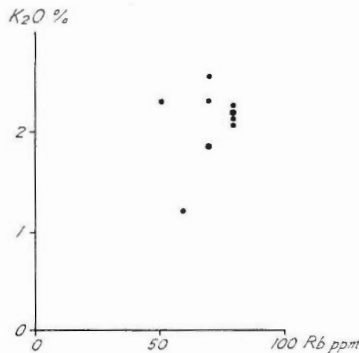
まず化学成分の相互関係を求めてみる。

Ga は Al^{10} とともに行動する傾向のある元素である。そして **Ga** は陸地の領域で多く沈殿させられる元素でもある。第3表と第4表から、**Ga** と Al_2O_3 の相関を求めてみると、第7図を得て、両者はよい相関関係をしていることがわかる。この **Ga** は後に述べるように、淡水域をあらわす地球化学的標準元素²⁴⁾ (Geochemische Leitelement) である。



第7図 岩石中の Ga と Al_2O_3 との関係
Ga versus Al_2O_3

K は **Rb** と似た地球化学的輪廻をするといわれ、**K** は海水中にも 0.38‰ あり、しかも Goldschmidt の推定によると過去の地質時代を通じて海水中へ供給された 2.4% が現存する程度であるということからすると³⁴⁾ 粘土鉱物その他による **K** の海水からの除去は相当大きく、逆に考えると **K** と **Rb** は海水域生成地層の一つの標準元素である。事実、現在堆積環境を考えるのに良い標準元素は **Ga**, **Rb**, **B** という微量成分であるとされている¹³⁾¹⁴⁾。さてここで K_2O と **Rb** の関係をしらべた第8図をみると、やや予想に反してよい

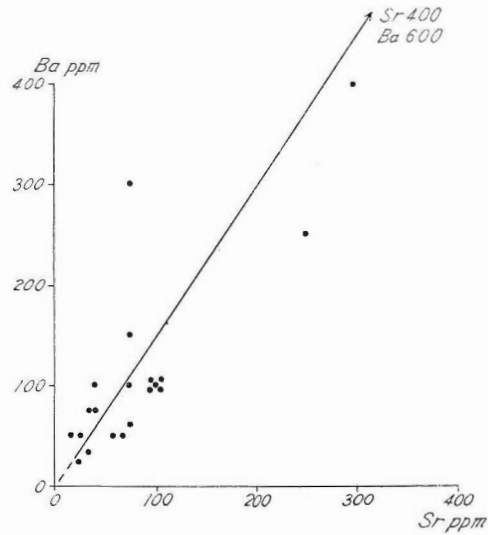


第8図 岩石中の K_2O と **Rb** との関係
 K_2O versus **Rb**

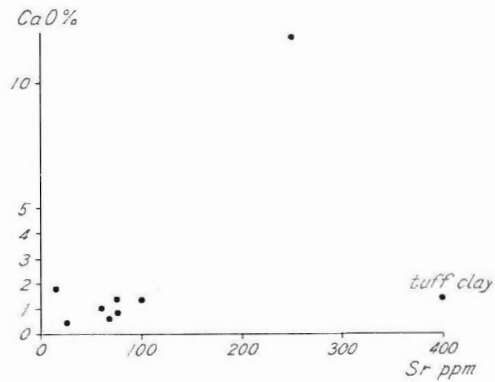
注3) 微量成分中 V, Mo, Ni など生物圏に集まる成分は還元を示し、それによる対比を論じた例はある。
F・Leutwein (1957) はその例である。

相関関係が得られない。それは分析値が、**clay fraction** に対して求められたものでないことも一因であると考えられ、後述の岩石の顕微鏡観察結果と対応させてみる必要がある。

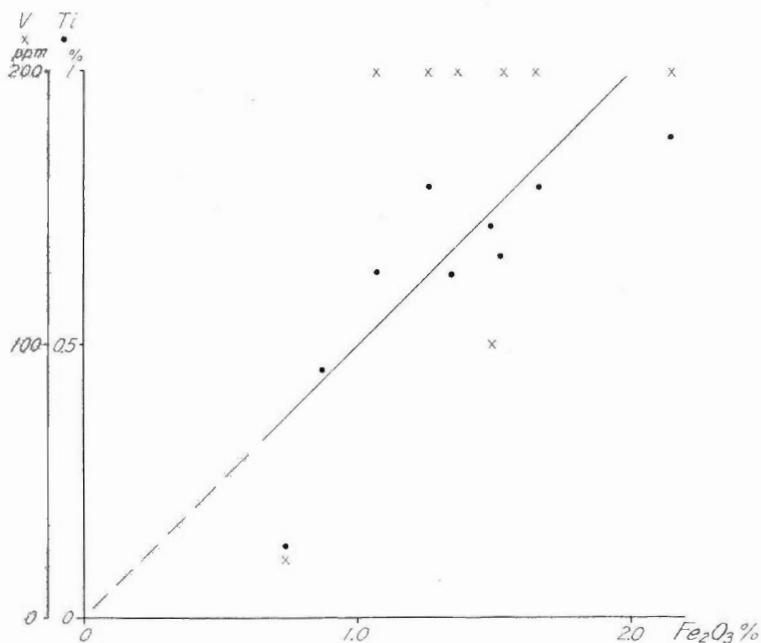
Ba と **Sr** は ionic potential (電荷/イオン半径) がそれぞれ $Ba^{2+}=1.4$, $Sr^{2+}=1.6$ できわめてよく類似しているが、この地域の試料では第 9 図のようにかなり良い正相関関係が示されている。



第 9 図 岩石中の Ba と Sr との関係
Ba versus Sr



第 10 図 岩石中の CaO と Sr との関係
CaO versus Sr



第 11 図 岩石中の Fe_2O_3 と V および Ti との関係
 Fe_2O_3 versus V, and Fe_2O_3 versus Ti

さらに Ca と Sr について考えるに、 Ca^{2+} の ionic potential は 1.9 で Sr^{2+} よりやや大きい程度であり、当地域の岩石における関係は、第 10 図のようになり、tuff clay の Ca の異常を除くと、両者の間には正相関関係がありそうにも見える。

Ti と Fe_2O_3 、V と Fe_2O_3 の関係は、第 11 図に示される。Ti と Fe^{3+} のあいだには正相関関係が認められ、V と Fe^{3+} の間にもそれがありそうにも見える。

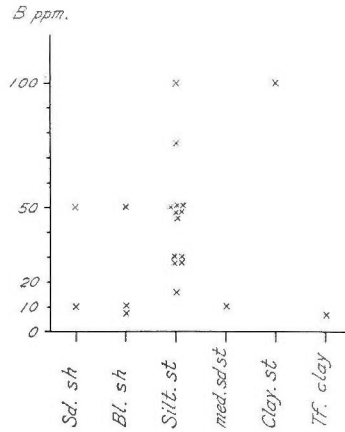
先にもちよつと触れたように、B は海水域の標準元素とされているが¹⁸⁾²⁴⁾、岩相と B 量との間には第 12 図のような関係が得られていて、細粒の岩石には B 含有量の多いものがみられている。

P_2O_5 ^{注4)} と CO_2 の関係は、Ruhr や Saar の石炭系の研究で重視されたことがあるが¹⁵⁾、庶路の岩石試料では第 13 図のように両者に見るべき関係が無さそうである。

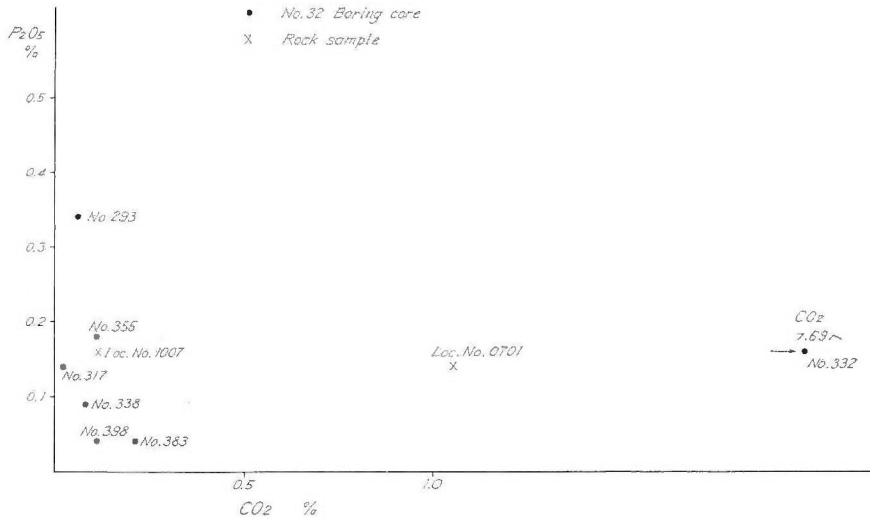
さて、以上の化学元素の相互関係を念頭において、岩石の化学組成による堆積環境の研究について説明をすすめる。

まず微量成分の淡水域堆積物、海水あるいは真鹹水域（厳密には同義でなく以下には海水域と記述する）堆積物に対する集まり方をみると、従来の研究結果¹⁵⁾²⁹⁾では、淡水域に多い元素は Ga, Ti, Cr, V とされており、海水域に多い元素は Ba, Sr, Ni, Mo, Cu, B とされている。すでに示した第 6 図をみると庶

注4) Swamp に藍鉄鉱がよく集まり、淡水成の指示鉱物にこれが利用されることが多い。成因的研究には名大菅原ら (1958)、鉱床学的研究には中国の Ru-Hêng Fang (1958) などがある。



第 12 図 岩相と B 量との関係
B versus rock facies



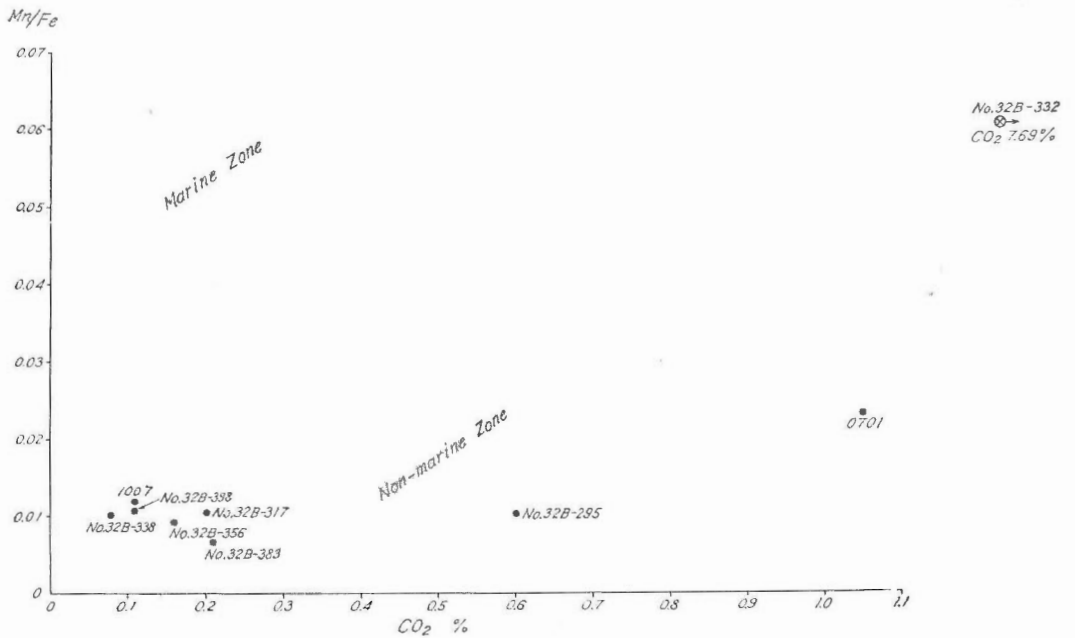
第 13 図 岩石中の P₂O₅ と CO₂ との関係
P₂O₅ versus CO₂

路地域においては clay fraction について求めた数値ではないが、必ずしも上述した元素の分布傾向を示していないことがわかる。しかし、B と V などの含有量の間には、かなりよい逆相関関係がみられている部分もあり、炭層近くで Ga がやや多く、B, Ni, Sr, Ba などが少なくなるのは、注目される事実である。

Ruhr の石炭系岩石では、CO₂ と Mn/Fe の関係による堆積環境研究がなされている¹⁵⁾²⁹⁾。その結果によると海水域堆積物では CO₂ が少なく、Mn/Fe の値が大きい地区を占め、非海成堆積物は逆に CO₂ が多く Mn/Fe の小さいところを占めるとされている。庶路地域の岩石では Mn と Fe が第 5 表に示されるような値となっていて、これと第 3 表中の CO₂ の値をとって、CO₂ と Mn/Fe の二軸からなる図を求めると

第 5 表 庶路炭鉱における岩石中の Mn と Fe
Mn and Fe in sediments from Shoro mine

		FeII	FeIII	Fe ^{total}	Mn	Mn/Fe ^t	FeII/FeIII
Boring No. 32	Sample No. 295	3.41	1.16	4.57	0.046	0.0101	2.94
	317	2.11	0.94	3.05	0.032	0.0105	2.25
	332	1.58	0.61	2.19	0.132	0.0603	2.59
	338	2.89	1.52	4.41	0.046	0.0104	1.90
	356	2.36	1.07	3.43	0.032	0.0093	2.20
	383	1.43	0.88	2.31	0.055	0.0067	1.63
	398-400	0.22	0.52	0.74	0.008	0.0108	0.42
西 卸	0701	1.27	0.75	2.02	0.046	0.0228	1.69
〃	1007	1.69	1.08	2.77	0.032	0.0116	1.56



第 14 図 岩石中の CO₂ と Mn/Fe との関係
数字は Loc. No. と Core No. 第 6 図参照
CO₂ versus Mn/Fe

第 14 図が得られる。これによると 32 号試すいコアの No.295^{注5)} (春採層最上部), No. 332^{注6)} (春採層上層上約 30m), Loc. No. 0701^{注7)} (春採層下層下約 30m) の試料は Non-marine Zone にはいつている。

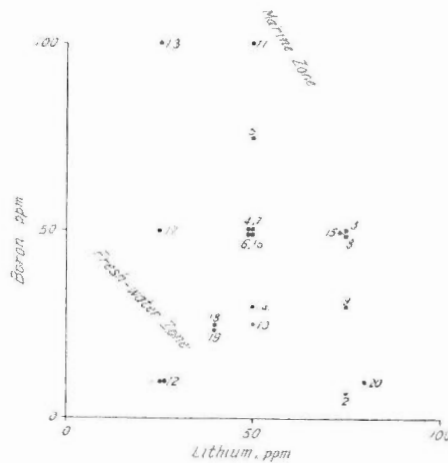
注5) 第 6 図の試料番号15。

注6) 同じく17。

注7) 同じく1。

これに較べてやや Non-marine Zone から遠ざかって、第 6 図の試料番号 16, 18, 19, 2, 20 など春採層に属する岩石試料が分布する。Mn/Fe で淡水成、海水成と地層を区別できる理由は、岩石の風化に際して Fe はおおむね酸化されて Fe^{3+} の hydrated ferric oxide をつくるが、Mn は安定なイオン溶液となって遠くまで水によって運ばれ、海までくると Fe の大部分は suspended form であるが Mn の多くは 2 価の溶解された形または粘土に吸着された形であり、この性質によって Mn/Fe に淡水、海水域に差が出るためである。したがって対象とする岩石が風化しない限り Mn/Fe はある程度堆積環境を考える測度として使用できる。

岩石中の Li は海水中から粘土鉱物中にとりいられる可能性があるとされており、かつこのことは一部実験的に確かめられている²⁹⁾。B は detrital matter として海域へ供給されたもののほかに、海水と海底土中の粘土との反応で authigenic な電気石ができたり、あるいは粘土鉱物に吸着されて、海所粘土岩に多く集まる^{9)29)31)注8)}。すなわち B は海成であることを示す標準元素であると考えられている¹⁸⁾²⁴⁾。したがって Li と B を二軸にとれば、この両元素量の多い側を占める試料は、海水成である可能性が多い。第 15 図はその図である。これによると第 6 図の試料番号の 1 (春採下層下 30m), 12 (雄別層下部で本岐炭直下) の 2 つの試料は淡水域におち、11 (本岐炭直上), 13 (天寧層最上部), 5 (古辛層中部) などは海水域におちる。



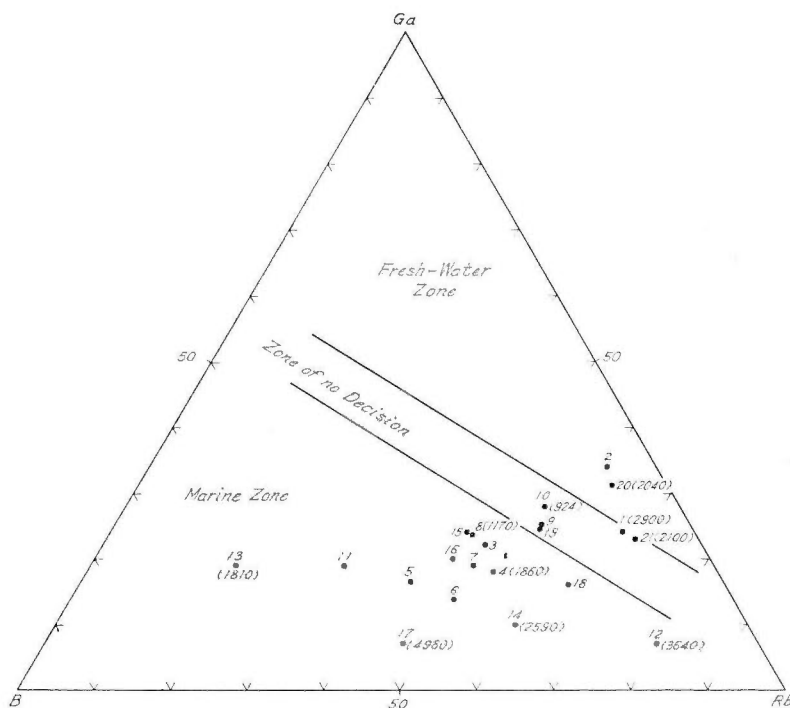
第 15 図 岩石中の Li と B との関係
数字は Sample No.
Li versus B

Degens らは¹³⁾¹⁴⁾、Pennsylvania の石炭系岩石中に集まる微量元素の測定結果と、地層に含まれる化石から考えられる堆積環境を比較検討した結果、泥岩の堆積環境を決めるには、微量元素としては Rb, B, Ga の 3 成分が有効であるとした。この元素の堆積作用中の動きに関してはすでに一部ふれたところである。Degens らは $Rb+B+Ga$ を 100 とする相対存在量を算出し、これを三角座標上におとして整理した。その方法にならって、庶路地域の主として泥岩試料について整理すると、相対存在量として第 6 表と第 16 図とを得る。第 16 図の境境を示す図 (environmental diagram) は Degens らが Pennsylvania の石炭系泥岩について求めたものを転載したのである。すなわち Marine Zone には B が多く、Fresh-Water Zone には Ga が多い傾向がうかがわれる。仮にこれらの Zone を分ける図中の 2 本の平行線からの離れ具合によって、海水と淡水の影響度をあらわすものとして、環境推定を行なうと、第 6 図の左側に示すような結果に

注8) 31)論文によると、B は海底では Ca とともによく濃縮し、粘土鉱物に集まり、液相に集まるのではないと結論づけている。

第 6 表 岩石試料中の Rb, B, Ga の相対存在量
Relative abundance of Rb, B and Ga

No. of Sample	Rb	B	Ga	No. of Sample	Rb	B	Ga
1	66	9	25	12	80	13	7
2	60	6	34	13	19	62	19
3	50	28	22	14	60	30	10
4	53	29	18	15	47	29	24
5	43	41	16	16	47	33	20
6	50	36	14	17	47	47	6
7	50	31	19	18	64	20	16
8	47	29	24	19	56	20	24
9	56	19	25	20	62	8	31
10	55	17	28	21	69	8	23
11	33	48	19				



第 16 図 岩石試料中の B, Ga および Rb の相対量

Relative abundance of boron, gallium and rubidium in group of coal-bearing sediments in Shoro district
(Environmental diagram : After Degens, Williams and Keith, 1958)

なる。この結果をみると、 $\text{CO}_2\text{—Mn/Fe}$ による方法や、 Li—B による方法でははっきり区分けができた試料は、やはり Rb—E—Ga の3成分系でもそれは同じ環境として認めることができる。この3成分系による推定結果では、春採層は炭層に接した上下部は淡水成、上部は海水の影響をこうむり、天寧層も同じく海水成で、雄別層下部の本岐炭のあるところでは、一時的に淡水が強くなり、雄別層中部と上部では海水の影響がよわく、舌辛層下部と中部でふたたび海水の影響が強くなったと解釈される。

この結果ではすでに地質の説明で触れた化石軟体動物群から推定したものよりも、春採層・天寧層・雄別層において海水の影響が強く出ていることになり、水成岩中の Cl^- や天然ガスの分布、その移動などを考えるときにきわめて重要である。さらにこれは荒木春祝⁴⁾ が雄別炭鋳夾炭層中の粘土鋳物の研究結果から推定した堆積環境によく似た傾向である。なお筆者らが行なった粘土鋳物の研究結果は次項で説明する。

最後に水成岩中の鉄による堆積環境推定に関して一言する。水成岩中の鉄は分析表中に Fe_2O_3 と FeO の型で表示されている。最近ソ連では¹⁹⁾ いろいろの時代岩相環境の粘土質地層からとった 8324 試料からの 390 個の composite sample による $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ の値を求めている。それによると、この値は岩石中の有機炭素量に相関しないで、Russian plat-form では含油海成相で 1 以下になり、これは coastal marine facies よりも小さい数値であり、淡水成層ではさらに数値が大きくなるようである。第 3 表から春採層岩石の $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ を求めると次のようになる。

試料番号	$\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$	岩相
庶路 No. 32 試すい 295号	0.376	blk. sh
〃 317 〃	0.495	silt. s.
〃 332 〃	0.429	sd. s.
〃 338 〃	0.580	silt. s.
〃 356 〃	0.502	silt. s.
〃 383 〃	0.681	blk. sh.
〃 398~400 〃	2.59	tuff cl.
庶路 Loc. No. 0701	0.655	sd. sh.
〃 1007	0.708	blk. sh.

この数値を第 5 図や第 6 図にあわせてみると、試料番号 383 と Loc. No. 1007 とは、ほぼ同層位の試料でその数値も似かよっている。全般的には試料番号 332 より上層位の岩石において、0.5 以下の数値でありそれ以下の層位では 0.5~0.7 に達している。この結果は第 6 図左側の Ga, Rb, B による推定堆積環境ときわめて良い関連を示している。すなわち海水の影響が推定される場所に数値が小さくでている。ソ連で検討されたこの数値の傾向が、釧路炭田でもよく合致していて、今後水成岩領域を研究するのに、注目すべき一項目になると思われる。なお 32 号試すいの試料番号 398~400 の試料は特殊岩相であり (tuff clay)、 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ も 2.59 ときわめて大きな値が観測されている。

VI. 3 粘土鋳物

この測定は柴田が担当した。まず 32 号試すいの試料を粉碎し、200~300 mesh にして X 線分析を行なった結果のうちおもなものを第 7 表に示す。石英の回折線は試料番号 398—400 以外の試料すべてについて強度が最も大である。長石も大部分の試料に強い回折線があらわれている。14.5—14.7 Å のピークはモンモリロナイトと思われる。また 7.19~7.24 Å はカオリン鋳物 (ハロイサイトあるいは結晶度の低いカオリナイト) の (001)、10.1—10.6 Å はイライトの (001) と判定される。これらのことより、ほとんどの試料について、カオリン鋳物・モンモリロナイト・イライトの存在が認められる。

試料番号 382 には 7.48 Å の回折線があらわれていて、ハロイサイトの存在を示している。試料番号 398—400 にはクリストパライト (低温型) の線が明瞭に認められる。この試料は凝灰岩であるが、クリストパライトとモンモリロナイトの混合物を主体とするものからなっていると考えられる。

第7表 X線回折
Data of X-ray diffraction

7*		79*		206*		258*		383*		398~400*	
d	I	d	I	d	I	d	I	d	I	d	I
14.5	6	14.5	7	14.5	5	14.7	3	14.7	1	15.6	5
10.1	8	12.9	8	10.6	3	7.19	10	10.6	1	9.11	2
7.56	5	10.2	9	7.19	10	6.46	2	7.78	10	7.98	2
7.24	10	7.59	4	6.41	4	4.79	2	4.49	9	6.85	1
5.79	6	7.19	10	5.03	2	4.49**	6	4.29	13	6.70**	1
5.09	5	5.90	7	4.81	3	4.23	4	3.80	3	5.15	2
4.52	6	5.50	7	4.48	6	4.05	3	3.58	8	4.50	4
4.28	28	5.02	7	4.28	16	3.68	2			4.25	5
4.25	9	4.50	12	4.06	9	3.57	4			4.07	10
3.78	11	4.28	40	3.78	6					3.80	1
3.59	6	4.07	18	3.69	4					3.56	1
3.32	100	3.69	7	3.56**	3					3.48	2
3.21	31	3.36	»10	3.49	3					3.35	3
3.09	5	3.22	30	3.36	56					2.98	3
3.00	5	2.94	5	3.22	18					2.81	1
2.95	6			3.00	5					2.58	2
				2.95	5					2.51	3

Cu K α , 線 30kV, 15mA, d は面間隔 (Å), I は強度。

* 7.....No. 32 boring core. depth 29.8~30.0m silt stone
 79..... // // 228.2~229.7 // f. silt st.
 206..... // // 369.9~370.4 // //
 258..... // // 412.3~413.6 // clay st.
 383..... // // 571.6~572.0 // black sh.
 398~400..... // // 571.2~574.4 // tuff clay

** 拡散

Measured : K. Shibata, 1957

第8表 主粘土鉱物の(001)の強度比
Relative intensity of (001) of clay minerals

試料 No. of Sample	カオリン鉱物 Kaolin minerals	モンモリロナイト Montmorillonite	イライト Illite	Locality of core
7	10	6	8	No. 32 Boring. depth 29.8~ 30.0m
54	10	7	6	134.6~144.8
79	10	7	9	228.2~229.7
96	10	3	3	282.5~289.5
130	10	2	4	322.5~322.7
206	10	5	3	369.9~370.4
255	10	3	2	401.2~405.4
258	10	3	1	412.3~413.6
282	10	8	3	484.6~484.9
356	10	3	3	557.4~562.4
383	10	1	1	571.6~572.0
398~400 *	0	5	0	571.2~574.4

* 4.07 Å (クリストパライト) を 10 とする。

第8表は粘土鉱物組成と層序との関係を求めるために、カオリン鉱物・モンモリロナイト・イライトの各(001)の相対強度比をとりあげて比較したものである(第6図参照)。上位の試料番号7(舌辛層上部)、54(舌辛層中部)、79(舌辛層下部の上位)ではカオリン鉱物に対して、イライトが相対的に多いのに対し試料番号96(舌辛層下部の下位)以下の層位ではイライトはずっと少なくなっている。またモンモリロナイトも上部の3試料に比較的多く、下部は試料番号282(天寧層下部)を除いてはやや少ない。試料番号7, 54, 79は海成層である舌辛層の試料であるが、海成層の粘土鉱物にはイライトが多いという一般的な事実(21)(23)(29)(46)(64)とよく一致して注目される。なお試料番号96は層序の上では舌辛層の最下部近くの試料であるが、粘土鉱物組成からはカオリンを主成分とする石炭を伴なうグループに含まれていて、北海道炭田誌(43)による地層区分とこの点はよく一致していることは興味深い。

第8表のカオリンを主成分とする試料は、天寧層の試料番号258, 282の2つを除いてすべて第16図のB, Ga, Rbの3成分から推定した堆積環境すなわち第6図の左側の資料の淡水の影響の強い部分の層位を示している。

堆積環境を推定するのに、この地域ではどうやら天寧層が一番むずかしい複雑な問題を提示しているようである。

粘土鉱物については、現在示差熱分析による一部試料の検討も行なっているが、今後は detrital material としての取扱い、あるいは堆積場所の水質指示物としての取扱いなど、他の微古生物や重鉱物などの併用によってその研究の進展が期待される。

VI. 4 間隙水の性質

地質時代の若い水成岩はその間隙水を水で飽和されていると考えられる(26)(27)。したがって、現地で採取した岩石試料の孔隙率か含水率を測り、その試料に含まれる特定成分を水抽出などで求めると、間隙水の化学的性質の一部を知ることができると考えられる。

VI. 4. 1 分析法

現地で採取してきた試料は風乾状態になっていて、これを鉄乳鉢で割り、細かいものと荒いものに分ける。5 mm 大の片約 10g をピーカー中の水につけて、隙間に充分に水が浸入するように 3~7 日間放置する。この試料は後にまわりの水分をろ紙でふきとって、比重を測り、そのあとで 105°C の乾燥器に置いて、隙隙水の減量を秤量することで、重量含水比を求め、比重を乗じて容量含水比を求める。これは水溶性ガス鉱床に対する方法²⁶⁾ と全く同じであるので詳細の説明を略す。

細かく砕いた試料約 100g は、時計皿に盛った後、105°C の乾燥器で水分を除く。この乾燥粉末試料を冷却後磁製の大型乳鉢にいれ、蒸溜水約 100cc を加えて充分にすりながら水溶性塩素を溶出させる⁴²⁾ (文献 42 p. 331 参照)。これを 3,500~4,000r.p.m で遠心分離し、水を取り出して pH を測り、水色をとり、濁りが大きいときには Conc. H₂SO₄ 1 滴を入れてふたたび完全に遠心分離した水について、NH₄⁺ と Cl⁻ (CaCO₃ で H₂SO₄ を中和した後) を測る。得た数値に希釈率 (dilution ratio) を乗じて隙隙水の Cl⁻, NH₄⁺ とし、mg/l 単位で示す。

希釈率 (dr) は次のように計算される。

乾燥粉末試料 …… A' (g)

A' が湿っていた時に持っていた水分 …… a (cc または g)

加えた蒸溜水 …… V (cc または g)

重量含水率 (%) ÷ 100 …… r

A' (g) + a (g) = A (g) とすれば、

$$r = \frac{a}{A} = \frac{a}{A' + a}$$

$$a = r (A' + a) = rA' + ra$$

$$\therefore a = \frac{r A'}{1 - r}$$

$$dr = \frac{V}{a} = \frac{V}{\frac{r A'}{1 - r}} = \frac{V (1 - r)}{r A'}$$

この最後が乾燥試料に対して希釈率を求める式である。

なお米国地質調査所の W. V. Swarzenski⁵⁹⁾ 注 9) 方法もこれとほとんど同じであって一応参考にした。

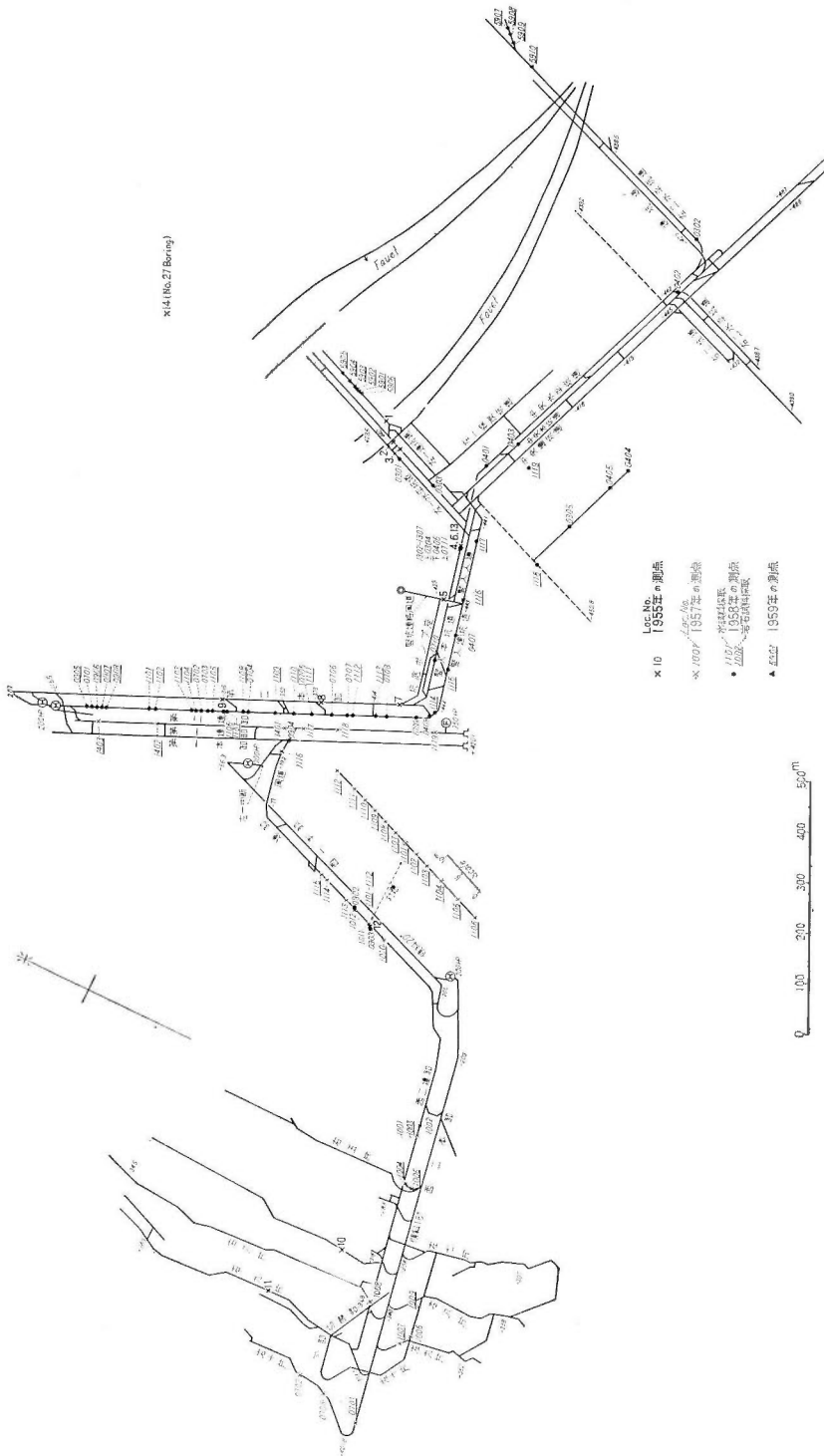
VI. 4. 2 水成岩の塩素

水成岩の塩素に関するデータはきわめて少ない^{24) 59)}。北海道炭田地域に発達する地層の塩素については、太秦康光⁶¹⁾ の研究がある。それによると、幌内層 (夕張炭田地域) と夕張層 (同じ) および白堊紀層 (釧路の太平洋炭鉱) のコアについて、全塩素量が最高 0.076% となっている。その分析結果によると平均火成岩より若干全塩素は多い傾向とのことであり、幌内層 (海成, 平均 0.049%) は陸成層 (平均 0.033%) より塩素量が多いと述べている。白堊紀層試料も 0.070% で多い。

水溶性塩素は全塩素量の約 1/3 とされており、次のような値が求められている。

深度 (m)	塩素含量 (%)	水溶性塩素 (%)
50 (海成幌内層泥岩)	0.057	0.020
100 (")	0.037	0.012
150 (")	0.060	0.012
200 (")	0.040	0.010
250 (")	0.042	0.019
300 (")	0.071	0.010
350 (")	0.062	0.024

注 9) 遠心分離法と希釈法を用いており、私達の方法は希釈法である。



第 17 図 庶路 1 坑 坑内 測点 位置 図
 Location map of observation points in Shoro mine

深度 (m)	塩素含量 (%)	水溶性塩素 (%)
400 (海成幌内層泥岩)	0.076	<0.010
450 (")	0.037	0.010
500 (")	0.047	0.017
平均	0.049	0.014
503.3 (下位非海成層)	0.023	0.010
511.1 (")	0.020	<0.010
平均	0.023	
太平洋炭鉱 (海成白堊紀層)	0.070	

この数値で気付くことは、塩素含量の多い岩石において必ずしも水溶性の塩素量が多くなるとは限らないことであって、後者はおおむね 0.02~0.01% 前後が多い。

なお F. W. Clarke による岩石圏上層部の平均化学組成によると (文献 24 による) $Cl=0.045\%$ 、また兩英一などによる (文献は上に同じ) 日本産古生代の粘板岩 14 個の平均では $Cl=0.10\%$ となっている。

水成岩中の塩素の地球化学的循環についてはよくわからない点が多いが、このような資料をみると、やはり海成層に多くなる傾向は読みとれる。そしてそのほかに泥岩の間隙水中の塩素量は、時間とともに砂岩の間隙水中の塩素量との差が生じてくる傾向が、天然ガス鉱床の研究で推定されることもわかってきている²⁶⁾。そしてそのアンバランスは、単に時間に支配されるのではなく、地層水の水理地質的条件を反映しているものであることが、次に述べる資料によって考えられるに至った。

VI. 4. 3 観測結果について

すでに述べたように、間隙水の性質として表現する測定値には、pH、 NH_4^+ 、 Cl^- 、水色などがあるので、ここではそれらについて述べる。なお参考までに岩石の比重や含水率についての説明もここに記述する。

岩石試料の採取は、第 17 図および第 18 図に示される位置で行なわれた。このうちで、第 17 図の 1959 年の測点は、明治鉱業株式会社の地質課員三上喜康によって同年 11 月に採取されたものの位置であつて、そのほかはすべて筆者らの採取によることを示している。

試験結果を試料採取年度別に分けて、第 9 表~第 12 表を得た。

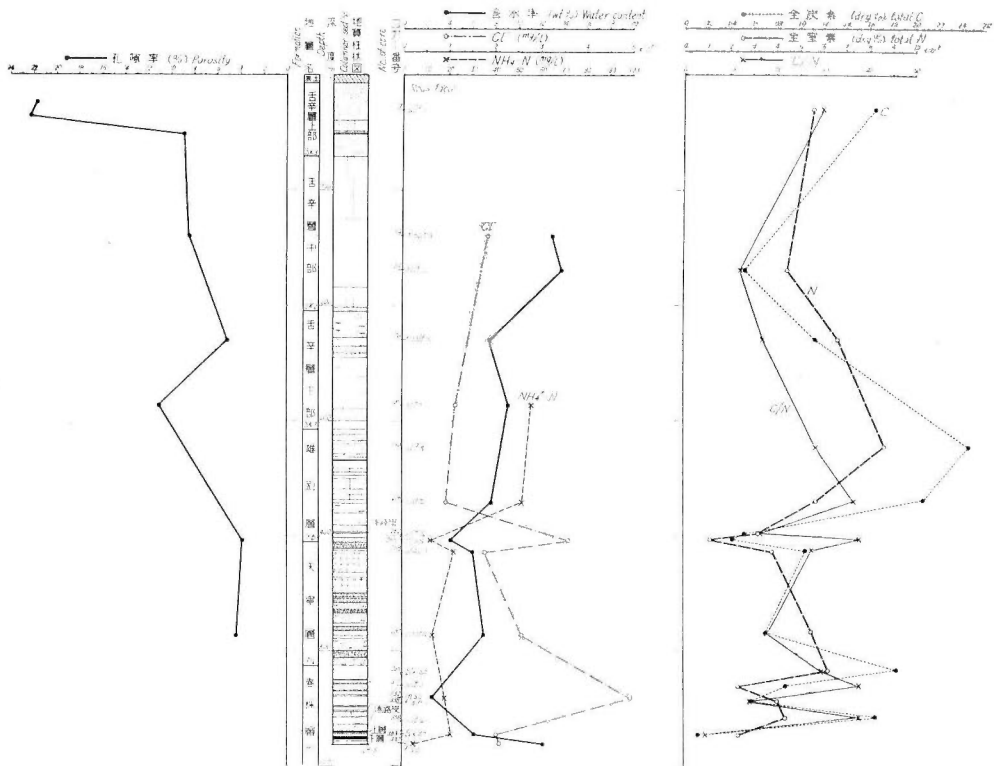
pH 地下深所から採取した岩石では おおむね弱アルカリ性を呈するが、同じところで採取した岩石では砂岩の方が泥岩よりもやや酸性を示すように思われる。泥岩ではほとんどが 8~9 程度であつて、これは層位と大して関連がなさそうである。砂岩では 7~6 台がある。地表で取った頁岩 (舌辛層下部) では pH 5.0 というものがあり、さらに斜坑内で常に地上からくる水に洗われていたと考えられるものでは砂岩で pH 6.2 という値があつて、いずれにしても天水によって岩石は酸性側へ移行することがわかる。もちろんそのような岩石では水溶性の塩素量はきわめて少ない。なお、測定された最高の pH 値は 9.4 であつた。このことは、後に人為的に地下水の pH が上昇することを考えるのに、きわめて大切なよりどころとなっている。

なお、第四紀の淡水成層中に成立している諏訪湖ガス田のコア試験³⁹⁾ では、pH 値はやや低く 25~185m までは 7.3~7.5 であり、200~350m までは 7.5~7.9 位になっている。一方長野県野尻湖畔の富倉泥岩相当層に掘った試掘井のコアでは³⁸⁾、深度 86~300m にあつて pH 8.7~9.6 を示していて、庶路における数値よりややアルカリ側へよる傾向になっている。

このようにみると、現世堆積物に関する測定結果も加味して泥岩の pH は地層の堆積環境が海であるならやや高く、時代が新しいか天水に洗われたならやや低くなる一般傾向があるものと思われる。

NH_4^+ 第 18 図に示した 32 号試すいコアでは、舌辛層下部と雄別層のシルト岩において NH_4^+ 量がやや多く 52~56mg/l となっているが、天寧層と春採層では泥岩の場合でも 13~22mg/l と少ない。

西御付近の坑内から採取した岩石試料について測った NH_4^+ 量は、第 9 表に表示されているが、この場合には春採層で 50~156mg/l とやや多く、雄別層で 30~64mg/l になっていて両層間に差が無い。石炭も案外 NH_4^+ を吸着していて、35.9mg/l が観測されている。一方坑外で採取した舌辛層下部の頁岩も第



第 18 図 No. 32 試すいコア試験
Data of core analyses of No. 32 boring

9 表の 最下欄に記されていて、 Cl^- が少ないにもかかわらず NH_4^+ が 75.3mg/l 観測されている。岩石中の有機態窒素については後に述べるが、この場合に測られた NH_4^+ は、間隙水中の NH_4^+ のほかに、岩石中にある NH_4^+ 態以外の窒素が NH_4^+ に転化した可能性がある。

第 11 表に示した分析結果では、春採層に関して、 NH_4^+ が頁岩で 31.5~92.7mg/l となっていて、32 号試すいのコアより多い。この場合の石炭は 34.3~65.6mg/l となり、ほぼ頁岩の数値に対応する。

以上を要約すれば、鹿路地域の岩石は、間隙水中の NH_4^+ 量として、大略 50~100mg/l あり、泥岩・砂岩・石炭を通じてその量に大差が無いといえよう。

Cl^- 第 9~12 表の中で、 Cl^- に関する資料をまとめて以下に図化してみる。まず第 18 図は 32 号試すいに関して、第 19 図は鹿路坑内岩石に関して、さらに第 20 図は Cl^- と水準に関連して、そして第 21 図は層位と Cl^- に関連して図示されている。さらに、第 4 図には本岐坑における間隙水 Cl^- が示されている。

鹿路 32 号試すいの資料 (第 18 図, 第 12 表) では、舌辛中部層の 1,860mg/l から、舌辛層下部および雄別層の 1,170~924mg/l と下位に減っているが、天寧層と春採層上部で 2,000~5,000mg/l に増加する。最高は春採層の試料番号 383 の 4,980mg/l である。

鹿路坑内の岩石間隙水中の Cl^- 分布をみると、第 19 図のようになっている。岩質的にみると、同一箇所では砂岩>頁岩>石炭の順で Cl^- が多い傾向にあることが、第 9~11 表でうかがわれるが、詳細にみれば必ずしもこの傾向だけがあらわれているわけではなく、頁岩>砂岩の箇所もある。斜坑部に湧水している特異点 (Loc. No. 1011, 1101~1112) では、 Cl^- 量の少ないこの湧水部をはなれるにつれて、その上下に 760→15,000mg/l, 330→4,950mg/l と Cl^- を増加する。本卸斜坑部では 520~900mg/l と Cl^- が少な

第9表 岩 石 試 料 試 験 表

Data of rock analyses

Coal mine	Locality	Loc. No.	Rock Specific facies gravity	Water content		Chem. analy. of interstitial water			Horizon	Level (m)	Structure
				Weight (%)	Volume (%)	Dilution ratio	Cl- (mg/l)	pH			
Shoro	西	0701	v.f.s.s.	2.39	10.8	19.1	2900			-395	Domeのwing
"	"	1003	sh.	2.34	10.3	27.9	14200			-250	
"	"	05	f.s.s.	2.53	4.48	54.9	4510			-275	
"	"	07	sh.	2.11	24.4	9.01	1110			-350	
"	"	09	s.s.			(19.8)	(4490)			-340	
"	"	09	coal	1.32	3.89	52.2	1060			"	
"	"	10	v.c.s.s	2.11	23.4	6.30	4470			-170	
"	"	1101	sh.	2.06	1.13	26.5	758			-160	
"	"	02	sh.	2.31	5.93	14.0	333			-160~165	断層おちこみ 区域
"	"	02	m.s.s.	2.51	2.73	31.5	469			"	
"	"	03	sh. cl	2.23	8.37	9.48	1640			"	
"	"	04	silty. d.	2.35	4.82	18.0	4790			"	
"	"	05	silt s.	2.38	6.86	11.1	4950			"	
"	"	06	sh.	2.15	6.69	15.7	2170			-165	
"	"	07	sh.	1.98	4.88	24.9	2510			-160~155	
"	"	08	silt s.	2.33	7.43	15.4	4310			"	
"	"	09	sh.	2.49	2.53	31.7	8880			"	
"	"	10	m.s.s.	2.44	4.28	14.3	5060			"	
"	"	11	c.s.s.	2.55	4.09*	39.5	4620			"	
"	"	12	s.s.			(18.3)	(15000)			"	
"	"	15	sh.	2.28	4.87	19.8	659			-155	
"	一	1402	v.f.s.s.	2.31	7.52	11.5	515			-125	
"	"	03	v.f.s.s.	2.59	2.60**	34.7	895			-155	
"	坑外の地表試料	sh.		2.10	10.4	9.07	98.7			-190	
()	概略値									(+)	

Sampling : 1957

Analysis : June~July, 1959

Analysts : K. Motojima, S. Maki & S. Ito

* 10日間水につけると、3.59%と観測された。

** 10日間水につけると、2.25%と観測された。

第 10 表 岩 石 試

Data of rock

Coal mine	Locality	Loc. No.	Rock facies	Specific gravity	Water content	
					Weight (%)	Volume (%)
庶 路	二 卸 連	0905		2.47	9.11	22.5
"	"	6	s. s.	2.36	7.54	17.8
"	"	7	sh.	2.33	7.90	18.4
"	"	8	s. s.	2.49	6.10	15.2
本 岐	一連坑口から 約 25m	1001	s. s.	1.99	13.6	27.2
"	" 710m	3		2.09	13.1	27.4
"	" 105m	4	s. s.	2.34	10.3	24.1
"	一 連 157m	5	s. s. 3 sh. 7	2.39	6.23	14.9
"	" 250m	7		2.28	10.9	24.9
"	一連坑口から 500m	8	sh.	2.42	6.32	15.3
"	" 350m	10	sh.	2.48	6.53	16.2
庶 路	二 卸 連 170m	1101	s. s.	2.24	9.19	20.6
"	二 卸 連	2	sh.	2.34	8.65	20.3
"	二卸ポンプ 30m	3	sh.	2.26	10.4	23.5
"	二 卸 連	4	s. s.	2.11	10.4	22.0
"	"	5	sh.	2.31	8.71	20.1
"	二卸ポンプ 85m	6	s. s.	2.21	8.13	18.0
"	二 卸 連 96m	7	sh.	2.31	7.35	16.9
"	二 卸 連	8	s. s.	2.19	9.49	20.8
"	"	"	sh.	2.37	4.47	10.6
"	"	9	上 sh.	2.31	6.61	15.3
"	"	"	中 s. s.	2.45	3.91	9.54
"	"	"	下 sh.	2.35	7.16	16.8
"	"	"	coal	1.33	8.77	11.6
"	"	10	s. s.	2.36	9.45	22.3
"	"	11	s. s.	2.35	7.62	17.9
"	"	12	s. s.	2.29	10.1	23.0
"	"	13	s. s.	2.10	7.24	15.2
"	二 卸 連 坑 底	14	s. s.	2.16	9.73	21.0
"	"	"	sh.	2.45	5.89	14.4
"	二卸立入連(充電室奥)	15	s. s.	2.22	8.13	18.0
"	"	"	sh.	2.30	5.32	12.2
"	"	"	coal	1.32	7.54	9.93
"	" (水平二目抜奥)	16	s. s.	2.35	4.73	11.1
"	"	"	sh.	2.45	4.23	10.5
"	" (水 平)	17	s. s.	2.18	9.91	21.6
"	二卸ベルト坑道延	18	sh.	2.42	4.57	11.0

料 試 験 表

analyses

Chem. analy. of interstitial water			Date sampled	Geological horizon	Level datum.....S. L.
Dilution ratio	Cl- (mg/l)	pH			
6.79	1,220	8.0<	Oct. 1958	春採本層下 約 6m	-221
7.97	362	8.9	"	" 17m	-222.5
7.02	144		"	" 23m	-224
8.10	119	8.4	"	" 37m	-228
4.92	167		"	舌辛下部層の上部	+ 22
7.06	191	8.0<	"	"	+ 10
19.8	65.2	6.2	"	舌辛下部層の中部	± 0
14.4	471		"	"	- 14
7.72	786		"	"	- 40
9.52	797		"	舌辛下部層の下部	-108
8.27	1,680		"	"	- 67
9.98	468	7.8	"	舌辛層(雄別層top) 下部(上 76m)	-266
11.7	641	8.2	"	" (" 68m)	-269
7.49	2,880	7.2	"	" (" 21m)	-292
6.84	3,150	6.6	"	" (" 13m)	-296
8.82	629	7.5	"	舌辛層 base 上 1m	-303.5
11.0	871	7.9	"	雄別層 top の 10m下	-309.5
12.0	1,810		"	" 19m下	-313.5
5.07	449	8.0	"	" 40m下	-323.5
11.9	195	7<	"	"	"
14.6	712		"	雄別層 base 上 60m	-342
17.6	1,060		"	"	"
11.9	1,260		"	"	"
9.01	441		"	"	"
6.14	1,630	7.4	"	雄別層 base 上 15m	-363.5
11.8	1,720	7.6	"	天寧層 top から21m下	-380
6.50	1,230	8.0	"	天寧層 top から44m下	-391
8.31	1,740	7.6	"	" 79m下	-407
6.85	3,060	8.1	"	春採層最上部	-444.5
12.5	2,420		"	"	"
6.60	5,840	7.8	"	"	-444.8
			"	"	"
10.8	816		"	"	"
10.6	5,590	8.0	"	春採上層上部	-443
14.9	4,440		"	春採本層下 7~8m	"
5.76	2,640	8.5	"	春採本層附近	-442
10.4	4,970		"	春採下層	-440

Sampling : Oct. 1958

Analysis : June~July, 1959

Analysts : S. Ito, K. Motojima, S. Maki & K. Shibata

第 11 表 岩石試料試験表

Data of rock analyses

Coal mine	Locality	Loc. No.	Rock facies	Specific gravity	Water content		Chem. analy. of interstitial water			Horizon	Level (m)
					Weight (%)	Volume (%)	Dilution ratio	Cl ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)		
Shoro	二 卸	5901	black sh.	2.22	5.24	11.6	32.7	2810	92.7	春採層 上層直下	-440
"	"	02	coaly sh.	2.28	4.49	10.2	22.4	2980	16.3	" 上層直上	"
"	"	03	grey sh.	2.39	5.57	12.5	12.9	2480	42.0	" 上層上0.5m	"
"	"	04	black sh.	2.25	6.04	13.6	11.6	2490	31.5	" 上層上5m	"
"	"	05	greenish grey sh.	2.33	5.74	13.4	17.5	2440	47.9	" 上層上15m	"
"	"	06	coaly sh.	2.14	4.84	10.4	20.1	3460	46.8	" 上層下1m	"
"	"	07	coal	1.87	4.32	8.1	21.6	1180	43.2	" 下層ハサミ	-440
"	"	08	coal	1.91	7.54*	14.4*	13.9	1200	65.6	" 下層直下	"
"	"	09	coal	1.92	7.60*	14.6*	10.6	1660	34.3	" 下層下8m	"
"	"	10	black sh.	2.15	5.98	12.9	16.1	2540	78.4	" 下層下14m	"

注) この試料は、二卸出水を排除した後に掘進した坑道について採取したものである。

* 割れ目の水を測つたものらしくやや過大値と思われる。

Sampling : Nov. 1959, Yoshiyasu Mikami

Analysts : S. Maki & K. Motojima, 1960

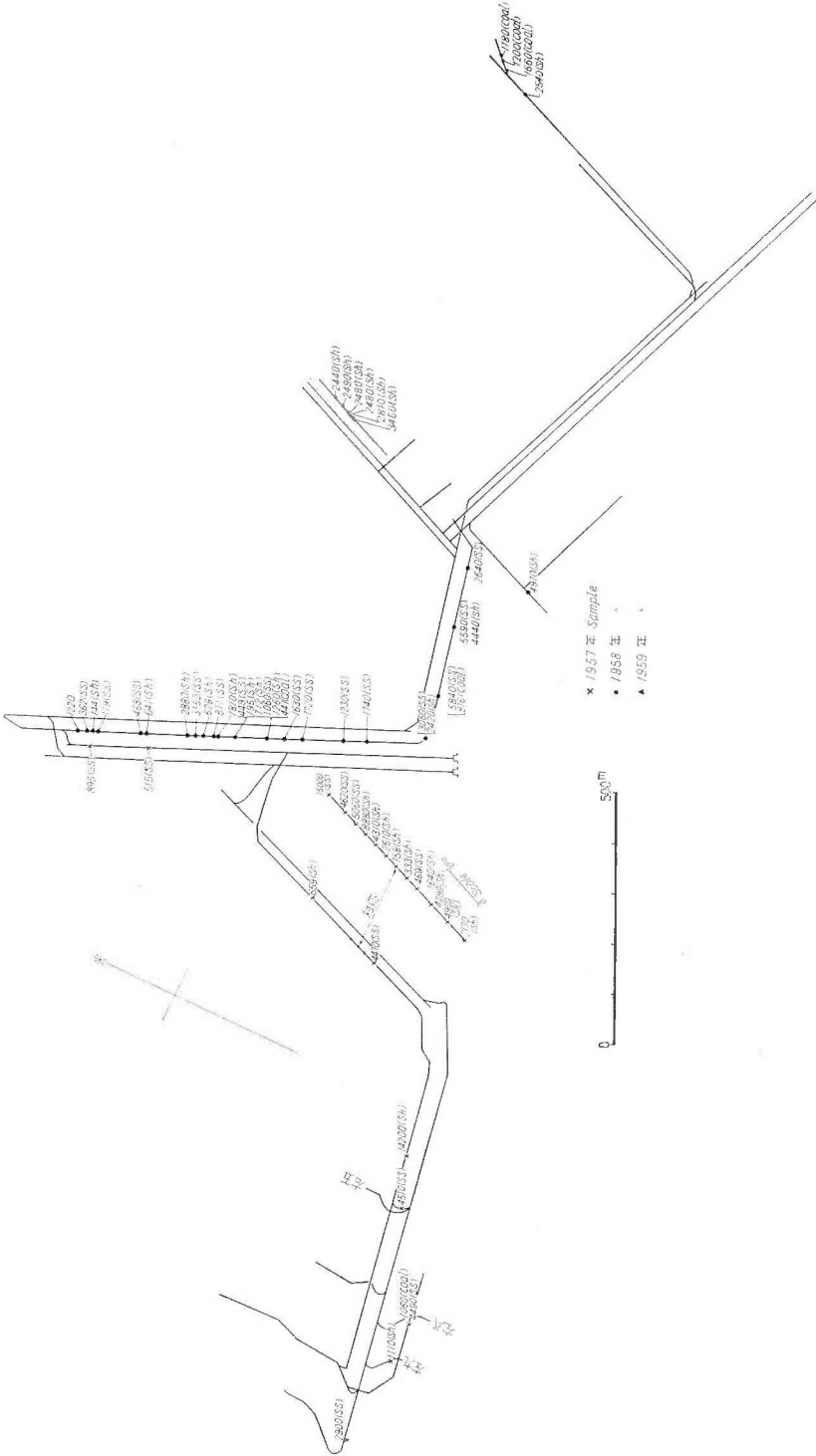
第 12 表 庶路 32 号 試すいコア試験表

Core analyses of No. 32 boring-core

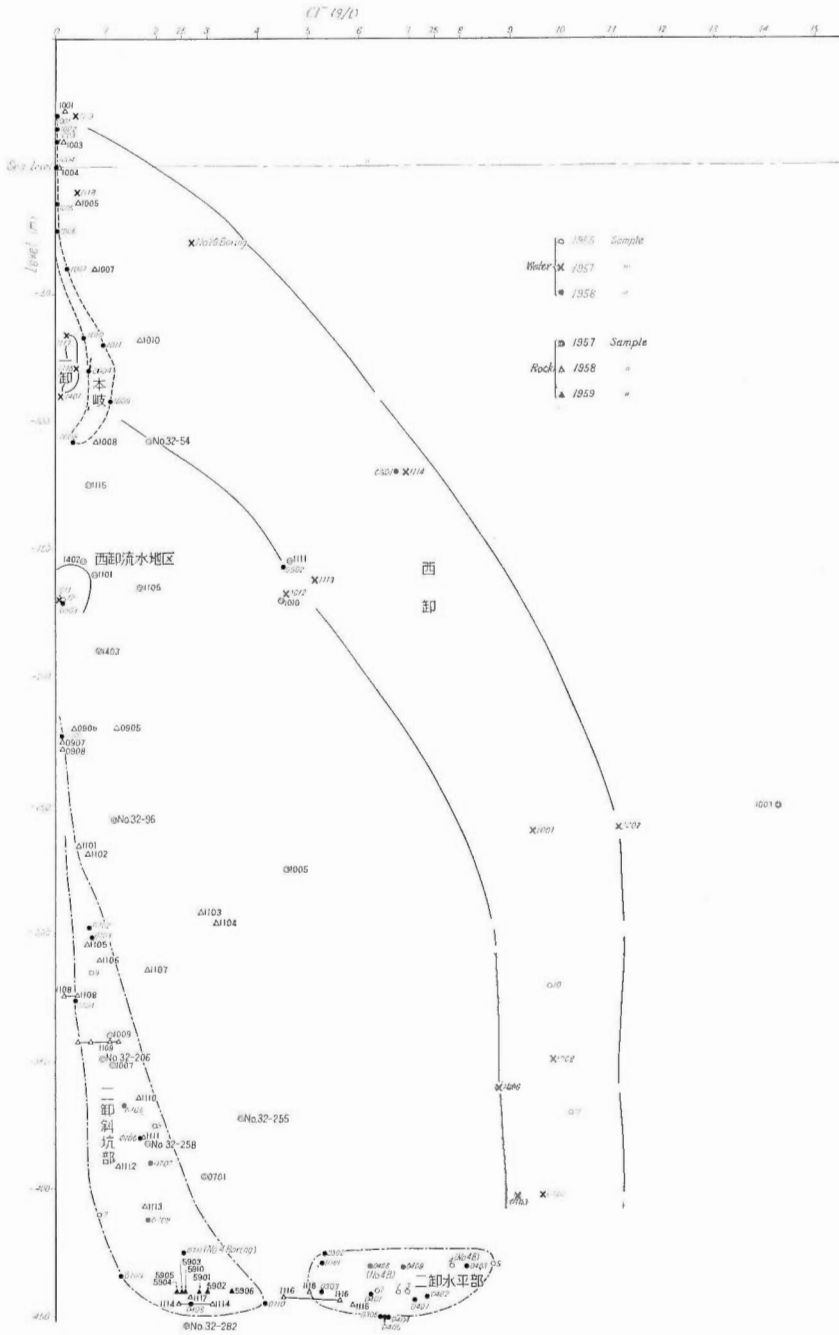
No.	Horizon and depth		Rock facies	Water content weight (%)	Chemical analyses of interstitial water		
	(m) *				Dilution ratio	Cl ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ -N (mg/l)
54	Shitakara, middle	139	fine silt st.	13.05	10.5	1,860	—
57	" "	169	med. silt st.	13.80	—	—	—
79	" lower	229	fine silt st.	7.55	—	—	—
96	" "	287	med. silt st.	9.22	23.4	1,170	56.0
206	Yubetsu	380	med. silt st.	7.75	25.9	924	52.5
255	"	403	med. s. s.	4.21	22.8	3,640	12.1
258	Tenneru	413	clay st.	6.09	33.9	1,810	22.3
282	"	485	coarse silt st.	7.30	18.0	2,590	13.1
332	Harutori	540	med. s. s.	2.55	39.9	4,980	18.5
383	"	572	clay st.	6.16	30.2	2,040	21.2
432	"	580	fine s. s.	12.19	14.7	2,100	4.29

* Height of boring-spot is 30.9m above sea level.

Analyst : K. Shibata, May, 1958



第 19 図 庶路坑の岩石間隙水中の Cl⁻ 分布図
 Distribution of Cl⁻ in interstitial water of rocks at Shoro coal mine



第 20 図 Cl- と水準との関係
Cl- versus level

く、二卸斜坑部は 100~1,810mg/l となり、二卸水平部では 2,000~3,000mg/l とやや多い。二卸は水平部も斜坑部もともに昭和32年の大出水 ($\text{Cl}^- = 5,500\text{mg/l}$) によって水没されたのであるが、坑内の岩石試料に対する Cl^- 量はほとんど影響されていないと推定できる。その理由は、第19図の二卸最先端部でとった昭和34年度の試料の分析値を、地域、水準、層位その他と比較して得た結論である。二卸で最も間隙水の Cl^- が多いのは、斜坑から水平部へ移った部分でその数値は 5,000~6,000mg/l に達する。

Cl^- (間隙水) と水準の関係を第20図上で求めると、いろいろの特徴をみいだすことができる。まず、岩石間隙水中の Cl^- は、全般にきわめて少なく、最高 6,000mg/l 程度 (10,000mg/l をこえた例は2つ) である。 Cl^- の多いものは二卸水平部、二卸斜坑部の一部 (舌辛層最下部の頁岩)、32号試すいの試料番号255号コア (雄別層基底)、西卸の一部の4つにみられている。さらに、 Cl^- の多いものは、深度の大きいものに多い傾向もうかがわれる。本岐地区 (第4図参照) では、 Cl^- は 65~1,680mg/l が観測されているが第20図の Loc. No. 1001~1010 でみられるように、同一深度に対する Cl^- 量は、庶路坑よりも大分多く、しかも一点を除き深部に Cl^- を増す一般傾向もうかがえる。

層位と Cl^- (間隙水) の関係は、第21図に示されている。その点をきわめて大膽に結んで図に実線で示した A を得るが、本岐地区 (Loc. No. 1001~1010) は例外なしに層位的にきれいに下に Cl^- を増加する。層位と Cl^- 量をだまかに考えるならば、次のように推定される。すなわち

舌辛層下部	500~3,000mg/l Cl^-
雄別層上部	100~2,000 "
雄別層下部	500~5,000 "
天寧層	1,200~2,400 "
春採層上部	3,000~6,000 "
春採本層付近	100~6,000 "

となり、雄別層上部に最少、ついで舌辛層・天寧層・雄別層下部が多く、春採層上部に最多となる。春採本層付近で変化が大きいのは、深度や斜坑の関係があるものと考えられる。第6図における推定堆積環境からすると雄別層上部に低塩分の岩石があることは一応推定できるが、春採本層付近の岩石間隙水に Cl^- の少ないものと多いものがみられている。

なおこのように現在の間隙水中の Cl^- は、地層の初期の堆積場所の Cl^- のありかたそのままの傾向を示してはいないと考えられるが、一応第16図の B, Ga, Rb 3成分図上に Cl^- を並記する。その結果によると試料番号20, 21はやはり $\text{Cl}^- = 2,000\text{mg/l}$ で異常に Cl^- が多く、二次的な Cl^- の増加、すなわち高塩分濃度の地下水の浸入が推定される。この2例を除くと、 Cl^- 量は Ga 量に逆比例する関係を明示している。

水色 希釈率 10~30 程度にして蒸留水中で粉化した試料について、遠心分離すると、多くの場合淡褐色の着色がみられるが、その濃度は NH_4^+ のネスラー発色の 1mg/l NH_4^+ 程度のものが多い。石炭の場合でもわずかに着色することがある。水可溶性の有機物に原因する着色であると考えられる。

岩石の比重 含水状態における測定値が、第9~11表に示してある。

一般に頁岩は比重 2.2~2.4 程度が多く、まれに 2.5 に達し、また 2.0~2.2 のものもある。砂岩は頁岩よりやや重い傾向にあり、比重 2.4~2.5 に達するが、天寧層などのように比較的よく水を通すところの砂岩はあまりしまつてなくて 2.1~2.3 程度になる。石炭の比重は 1.3~1.9 程度であり、灰分の増加すなわち炭質頁岩化によって比重を増し、炭質頁岩では 2.2 前後に達する。

岩石の含水率 石炭の含水率は、この測定法では実際より多い数値を得る傾向にあって、4~11 vol. % に達している。坑内岩石試料による測定値では春採層の頁岩は深部で 10~14 vol. % と比較的しまっているが二卸連上部 (Loc. No. 0907) などでは 18 vol. % に達するものもある。さらに、32号試すいでも、二卸の試料でも舌辛層の頁岩は春採層よりも一般に含水率は大きい。坑内試料に関する限りでは、砂岩の方が頁岩よりも含水率は大きい傾向がみられるが、32号試すいにあるには、必ずしもこの関係にない。したがって砂岩に関する含水率と孔隙率は、坑内試料については十分に検討を要するものと思われる。

VI. 5 岩石の顕微鏡観察結果

風化を受けていない 32 号試すいのコア試料から薄片をつくり、顕微鏡観察を行なった。この仕事は服部仁の援助によって行なわれた。

この観察では、次の項目を主目的としている。①黄鉄鉱のはいり方を観察して、地層の堆積環境、酸化還元関係の資料を得て、油田の黒色頁岩との比較をしてみたい。②有孔虫・珪藻などの微化石によつて、堆積環境に関する資料をいくらかでも得たい。③鉱物組成によつて、化学分析値のよってくる原因を調べたい。④有機物質のあり方を知りたい。⑤藍鉄鉱^{注10}・海緑石などの環境指示鉱物をもつてみたい。

第 13 表は 32 号試すいのコアに対する顕微鏡観察結果の一覧表であつて、第 5 図、第 6 図、第 18 図に参照してこれを見るとわかりやすい。

黄鉄鉱 169m, 229m (以上舌辛層) のシルト岩にわずかに存在する。287~540m 間には存在せず、572m (庶路炭の合盤) の黒色頁岩にはある。従来海成層とされている舌辛層にみられる率が多かつたのは海水中の SO_4^{2-} や酸化還元の結果に基づくものかと考えられる。

有孔虫 169m (舌辛層) のシルト岩に小型有孔虫化石が 1 個みられただけである。ここは従来海成層とされていた部分である。229~573m 間には有孔虫がみられなかった。

炭酸塩鉱物 403m (雄別層基底部分) の砂岩は、方解石・菱鉄鉱などの炭酸塩鉱物粒が存在するほかに、cementing material に炭酸塩鉱物がきわめて多い。炭層の近くにおいてこのような現象が応々観察される。

540m (春採層) の砂岩も cementing material に炭酸塩鉱物が多く、ここでは第 3 表で CO_2 が 7.69% ときわめて多く、CaO も 10.96% とでびぬけて多し、明らかに CaCO_3 によることがわかる。第 5 図をみても夾炭部にやや CO_2 の多い傾向がみえ、やはり炭層と CO_2 の間になんらかの成因的関連があるように思える。そしてその最も考えやすいことは、植物分解による炭化過程における CH_4 , CO_2 の発生と変質による、 $\text{CO}_2 \rightarrow \text{HCO}_3^- \rightarrow$ 炭酸塩鉱物による沈着、であろうと思われる。そして、植物の分解がよくおこる付近において地下水中に Ca^{2+} の濃縮と、地層中への炭酸塩鉱物としての沈着がおりやすいものと思われる。

有機物 169m, 287m, 380m, 543m, 572m などにみられている。後述する炭素含有量との関係はなさそうである。

電気石 403m, 540m 砂岩粒にわずかに見られているが、第 4 表の微量成分量ではそれぞれ 10ppm, 50ppm の硼素しかないので、岩石中の硼素は authigenic 硼素含有鉱物の小結晶または粘土鉱物に入っていると思われる。したがって、硼素を使用した堆積環境の推定が、この点からは、きわめて有意義なものと考えられる。

その他 粒を構成する鉱物として目ぼしいものに斜長石としての andesine がある。舌辛・雄別・春採の各層を通じて見られ、detrital 鉱物とすると後背地は花崗岩ないし閃緑岩級のやや酸性岩であったことになる。

さらに硬砂岩粒も舌辛ないし春採の各層にみられている。

Mafic 鉱物では磁鉄鉱がやや多い。

VI. 6 孔隙率と滲透率

地層の物理性を現わす一つの測度として、孔隙率と滲透率の測定を実施してみた。坑内試料では風化などによる誤差が大きいと考えて、32 号試すいのコアを試料にあてた。

測定法 コア試料から 20mm×20mm×12mm 位の直方体の供試体を、ダイヤモンド・カッタによつて切断調製する (技術部薄片係で製作)。これをそのまま恒温器中で 105°C に乾燥し、デシケータ中で冷却する。これについて空気を使用した、Expansion type の孔隙率測定器にかけて、孔隙率を算定した。

ついでこの試料を滲透率測定器の core holder にパラフィンで埋めて定着させ、乾燥空気による空気滲

注10) 19頁参照

第 13 表 庶路炭鉱 No. 32 試すいコア顕微鏡観察

Microscopic examination of No. 32 boring-core from Shoro coal mine, Hokkaido

試料番号 Sample No.	深度 Depth (m)	岩質 Rock facies	一般的特徴 General characteristics	粒の量 Amount of grain	粒を構成する鉱物・岩石片等の種類およびその量的割合 (1: 最多) Kind and amount of minerals and rock fragments (1: most abundant)
57	169	silt stone	sorting 不良, 方向性なし, 有孔虫あり	中	1. qz, plag 2. chl 3. biot 4. K-feld 5. lim, 炭 6. py
79	229	sand stone	sorting 不良, 方向性なし	45%	1. plag(andes) 2. qz 3. K-feld (graphic textureあり) 4. altered biot 5. green chl 6. hf, ss, gw, and, py, mag
96	287	silt stone	bedding 明瞭, これに沿つてやや粗粒の部分あり matrix 中に粘土鉱物多し	中	1. biot 2. green chl, white mica 3. qz, plag 4. 炭, mag, lim
206	380	silt stone	sorting やや良, 方向性なし	中	1. qz, plag 2. biot 3. chl 4. lim 5. ep, zir, 炭
255	403	sand stone	sorting 不良 cementing matter 中に carbonate が多い	40%	1. qz, plag(andes) 2. K-feld 3. biot 4. chl, white mica 5. cal, sid 6. siltst, gw, and 7. tour, zir
258	413	clay stone	matrix が非常に多い方向性あり	少	1. chl 2. mica 3. plag(olig-andes) 4. qz 5. ep, zir
282	485	silt stone	sorting 不良, 方向性なし	多	1. qz, plag 2. biot 3. chl 4. ep 5. lim, mag
332	540	sand stone	cementing matter 中に carbonate がきわめて多い, sorting 不良	40%	1. qz(20%) 2. plag(andes) 3. K-feld (perthite) 4. siltst, and, gw, hf 5. chl, biot 6. tour
338	543	silt stone	sorting やや良, 方向性なし	多	1. white mica 2. qz 3. K-feld, plag 4. lim, mag, 炭 5. cal 6. zir
383	572	black shale	方向性あり	中	1. biot(greenish, fine) 2. qz, plag 3. K-feld 4. 炭 5. lim 6. zir 7. py
398 -400	573	crystal tuff	ガラス質	少	1. biot 2. and 3. qz, feldspar(少量)

qz: quartz, plag: plagioclase, chl: chlorite, biot: biotite, K-feld: K-feldspar, lim: limonite, 炭: 炭質物
py: pyrite, andes: andesine, hf: hornfels, ss: sandstone, gw: greywacke, and: andesite, mag: magnetite
ep: epidote, zir: zircon, cal: calcite, sid: siderite, siltst: siltstone, tour: tourmaline, olig: oligosine.

透率を測定した。供試体の両面の圧力差は約 50cm H₂O~40cm Hg (540cmH₂O) の間であり、それで通らぬものについては 0 md として表現した。40cmHg で供試体 12mm の片面から空気を送るときには、やや大き目の滲透率の測定値を与えようが、この度の測定結果では 0 と 66md 間にはいる数値がなく、一応次に述べる数値で説明して大差ないと思われる。

測定結果 庶路 32 号試すいのコアに関する測定値は、第 14 表のようである。

第 14 表 庶路 32 号試すいコアの物理的性質
Porosity and permeability of No. 32 boring-core

コア番号 Number of core	コア深度 Depth of core (m)	孔隙率 Porosity (%)	空気滲透率 Air permeability (md)	岩相 Rock facies
1	23.25~25.00	21.7	88	m. s. s.
13	35.65~37.90	22.2	66	f. s. s.
30	54.80~55.30	8.9	235	v. f. s. s.
54	134.55~144.78	8.4	—	f. silt s.
67	205.80~206.05	6.6	—	c. s. s.
79	228.15~229.65	5.2	0	f. silt s.
96	282.50~289.50	11.0	0	silt s.
100	294.45~298.35	14.6	91	m. s. s.
255	401.15~405.37	3.8	0	m. s. s.
282	484.60~484.85	4.4	—	c. silt s.
Loc. No. 0701	Nishi-oroshi	5.9	—	sd. sh.

Measured : K. Motojima & T. Makino, 1958

注) 孔隙率は Expansion type porosi-meter による。

孔隙率でとくに目立つのは深度 23~38m 間の舌辛層上部の砂岩において 21~22% に達することである。これは、坑内試料との比較を試みても、本来そのように間隙が多いのか、あるいは風化によつてそうになったのか、判断しかねる。

舌辛層下部には 11.0~14.6% の孔隙率を示す砂岩とシルト岩に関する資料がある。そして、それより上位も下位も孔隙率は 10% 以下になる。西卸の Loc. No. 0701 は春採本層に近い層位でとった岩石であつてやはり 5.9% の孔隙率で小さい。

これらを総合すると、庶路坑付近にある地層は、粒度のいかんにかかわらず、舌辛層中部より下位のものでは、孔隙率はおおむね 4~9% 程度、多くとも 15% を超えないようである。測定した試料にはとくに粒のあらいものも選んで加えてあるので、以上のことは一般性として考えてよいものと思われる。なお、泥岩と砂岩との間には孔隙率について大差が認められない。

空気滲透率については、孔隙率と同様に舌辛層上部の中粒ないし細粒砂岩にあつてその数値が 66~235md と大きい。そしてそれより下位の岩石では、僅かに舌辛層下部の中粒砂岩で 91md が測定されたにすぎない。

孔隙率と滲透率は大まかには正相関の関係が認められる。したがつて、孔隙率から推定される滲透率は、通常 0~10md 以下の岩石が多いものと思われる。

このような岩石の中を通常の fluid flow によつてガスや水が流通できる速度はきわめて小さく、流体の

地下における急速、かつ大量の移動は、おそらく常磐炭田、太平洋炭鉱⁴⁸⁾⁴⁹⁾ などにおけると同様な裂かを通路とするものと思われる。最もガスと水を多く産する雄別層上部の砂岩部は、おおむね渗透率が 90md±で大きいと思われるが、かんじんな処の測定値が欠けている。将来は電気検層の資料による検討が望まれる。

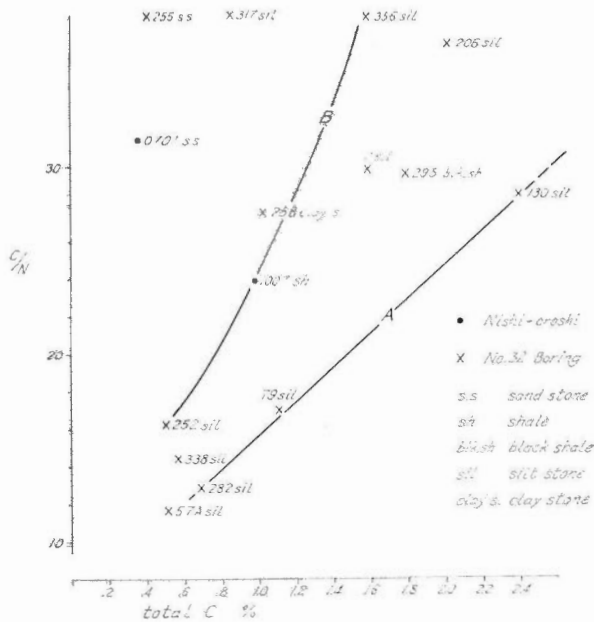
VI. 7 有 機 物

分析は島津 UM-1 型の万能元素分析装置によって牧真一が行なった。

得られた結果は第 15 表に示すとおりである。この分析表の左半分に示されたものは全炭素と全窒素の量であって、C/N はこれらの比である。右側の無機炭素量は、第 3 表の岩石分析表にある CO₂ 量に、12/44 を乗じて求めたものであり、有機炭素量として表示したのは、(全炭素量 - 無機炭素量)として算出した数値である。

この第 15 表の無機炭素の行の数値をみると、Loc. No. 0701 の春採層砂岩の 0.286% を除いて、シルト岩級の細粒岩にあつてはいずれも 0.05~0.03% 程度で全炭素量の 5% を超えない。したがってこれら泥岩にあつては全炭素量をもって、有機炭素量に代えて論議を進めても、大きなあやまちをおかさないものと考えられる。

第 15 表に示された有機物関係の資料を図示すると、第 18 図のようになる。



第 22 図 岩石中の全炭素と C/N
Total C versus C/N

岩石中の全炭素量と C/N の値を図上におとしてみると、第 22 図のようになる。すなわち、粗粒岩は無機炭素の補正をしても少なくとも図の左上側、つまり炭素量が少なく C/N の大きい方を占める。これに対して、シルト岩以下の細粒岩では、図の A、B 両線の間におちるものが多い。そして、この両線とも図の右上から左下に向かうため、炭素量が多くなるに従って、C/N を増大することがわかり、炭素量の増加によって順次その岩石が、炭質頁岩から石炭の性格になるであろうことが推定できる。細粒岩で全炭素が 0.5~0.7% 程度のものにあつては、C/N が大略 12~16 であつて、普通の泥岩の値と大差がない。このように考

第 15 表 岩 石 中 資 料
Organic matter

Loc. No.	Rock facies	Water content (%)	Total C (weight %)	Total N (weight %)
Shoro 1007	black sh.	4,933	0.979	0.0409
" 0701	s. s.	1,866	0.369	0.0117
Shoro No. 32 Boring— 7	sil. st.	4,703	1.585	0.0529
" — 57A	"	4,125	0.509	0.0434
" — 79	f. sil. st.	2,822	1.109	0.0650
" —130	sil. st.	3,200	2.400	0.0842
" —206	"	2,766	2.021	0.0551
" —252	"	3,283	0.503	0.0308
" —255	m. s. s.	0,759	0.416	0.0110
" —258	clay st.	3,443	1.014	0.0368
" —282	c. sil. st.	2,992	0.682	0.0531
" —295	black sh.	2,891	1.790	0.0604
" —317	sil. st.	2,112	0.854	0.0223
" —338	f. sil. st.	2,652	0.561	0.0389
" —356	sil. st.	2,967	1.599	0.0432
" —400	tuff clay	10,179	0.094	0.0202

* calculated from Tab. 3

えてみると、当地域の泥岩類の有機物は、普通の有機物量をもった泥岩に、あたかも石炭を構成する有機物質が加わったものとして解釈できる。そして、メタン系の天然ガスの発生源としても、また化学的にメタンガスを吸着保持する能力の点でも、これら泥質岩は石炭の延長として考えなければならないと思われる。また粗粒岩において、C/N が大きいということは、岩相とその岩石中に保持される有機物の質との関連性において、とくに重視される。

第 3 表（岩石の主成分の表）における total B-total A は、有機物の量と目されている。いま、この A—B と有機炭素の関係を求めてみると次のようになる。

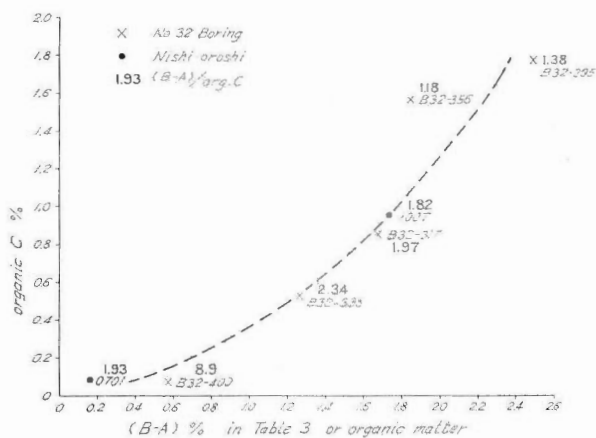
試料番号	有機物% (A—B)	有機炭素%	A—B/org. C
Loc. No. 1007	1.73	0.949	1.82
" 0701	0.16	0.083	1.93
No. 32 Boring 400	0.57	0.064	8.9
" 356	1.84	1.569	1.18
" 338	1.26	0.539	2.34
" 317	1.67	0.849	1.97
" 295	2.45	1.774	1.38

この数値から図をつくって、第 23 図を得た。そして明らかに (A—B) と有機炭素間に正相関関係がある

の 有 機 物
in rocks

C/N	Horizon	Depth (m)	Inorg. C * (weight %)	Organic C (weight %)
23.9	Harutori F.	—	0.030	0.949
31.5	"	—	0.286	0.083
29.9	Up. Shitakara F.	29.8 — 30.0		
11.7	Mid. Shitakara F.	165.5 — 173.6		
17.0	Low. "	228.2 — 229.7		
28.5	Yubetsu F.	322.5 — 322.7		
36.6	"	369.9 — 370.4		
16.2	"	398.2 — 399.2		
38.1	"	401.2 — 405.4		
27.6	Tenneru F.	412.3 — 413.6		
12.8	"	484.6 — 484.9		
29.6	Harutori F.	517.8 — 518.1	0.016	1.774
38.2	"	531.1 — 531.3	0.005	0.849
14.4	"	543.2 — 545.4	0.022	0.539
38.1	"	557.4 — 562.4	0.030	1.569
4.6	"	571.2 — 574.4	0.030	0.064

Analyst: S. Maki, 1957



第 23 図 岩石中の有機物と有機炭素
Organic matter versus organic carbon

と同時に、(A—B)/org.C の値は、第 23 図でみると、有機物の多い方に、小さくなる傾向にある。すなわち、有機物の多いものにあつては、その有機物重量の 70~80% が有機炭素で占められる。換言すれば、有機物量の多い岩石は固定炭素を増加して石炭の組成に近づく、と推定される。

舌辛層から春採層に至る間の泥岩中の平均有機炭素含有量は、第 18 図上できわめて大膽に約 1% とすれば大差ないであろうと思われる。

VII. 流体を主にした調査結果

天然ガス調査の中心になるのは、地下に賦存する流体であることはいうまでもない⁴⁰⁾。なにを根源としてガスが発生しようと、ガスのあり方の現況を、現在という時間で切つて把握することが大切である。ただ、現在とはいっても、流体を対象とする限り、時間の流れとの関連を断ちきつて、流体をつかむことは、いまのところできない。やはり、時間と対応した現状の把握であるといえる。

VII. 1 ガス

VII. 1. 1 組成

ここで述べるガスとは、空気混入の少ない炭田ガスのことであつて、坑内通気にまじる低濃度のメタン系のガスのことでない。

第 16 表に分析結果を示す。この分析は、工業技術院資源技術試験所（埼玉県川口市）の日立 RMU—4 型質量分析計により、柴田によって行なわれた。表中の free gas とは、地層からガスだけとつたもの、または地下水と一緒に産するものでも水と分離採取できたものを指す。dis. gas とは地下水中から CO₂ ガス泡によって追い出したガスの中で、アルカリおよびアルカリ性ピロガロールに吸収されない残余ガスを指す。

庶路の遊離ガスは、空気混入がない時には、

CH ₄	94~96	vol. %
N ₂	4~6	〃
Ar	0.02~0.05	〃
CO ₂	0.00~0.09	〃

の範囲にあつた。空気の混入は¹⁷⁾²⁶⁾、Ar の増加と CO₂ の増加をきたす。O₂ は、地下にあつては酸化に消費されるので増加しないことが多い。Lo. No. 1303 は Ar=0.35% で明らかに増加し、N₂=16.20 も空気からの影響と思われる。

したがつて、大まかに、亜瀝青炭ないし瀝青炭を産する炭田の地下にある炭田ガスの組成は、CH₄≥95% N₂≤5% の 2 成分系にあるものと考えられる⁶⁶⁾。

対流圏大気の化学組成は、いうまでもなく酸素と窒素を主成分とし、乾燥空気では次のようである。

N ₂	= 78.09	vol. %
O ₂	= 20.95	〃
Ar	= 0.93	〃
CO ₂	= 0.03	〃
rare gas	n × 10 ⁻³	

したがつて、空気混入による CO₂ の増加は、有機物の酸化に起因する。

空気の N₂/Ar は、84 である。free gas の N₂/Ar は大体 100 以上で、空気に較べて Ar の減少になるような傾向がありそうである。これはおそらく地下水とのバランスもあることであろうが、そして地下水中の溶存ガスおよび岩石中の吸着ガス、そしてこの free gas の質・量両面から計算を進めるべきであるが、一因としては地質時代とともに、主として大気に由来した Ar がそれに接して大気中へ逃散する天然ガスに伴つて、減少させられることが考えられる。事実、本島（1957, 1958年試料で未公表）は、結晶片岩や古

第16表 炭田ガス組成表
Chemical composition of coal field gas

Date sampled	Loc. No.	Loc. name	Producing state	Gas composition (vol. %)					
				CH ₄	N ₂	O ₂	Ar	CO ₂	N ₂ /Ar
Oct. 1957	Shoro, 1201	No. 4 Boring 坑外	Casing-head free gas	92.61	6.71	0.62	0.05	0.01	134
"	1202	No. 29 Boring 坑外	"	93.59	6.12	0.24	0.05	0.00	122
"	1203			93.52	6.37	0.08	0.03	0.00	212
"	1301			96.10	3.74	0.05	0.02	0.09	75
"	1303			83.39	16.20	0.04	0.35	0.02	46
"	1011		Dissolved gas	45.71 (55.8)	49.30 (42.9)	3.76 (0.0)	1.14 (1.17)	0.09 (0.11)	43
"	1202		"	63.80 (78.8)	31.33 (20.3)	3.99 (0.0)	0.83 (0.8)	0.05 (0.06)	38
"	1303		"	51.88 (60.2)	44.98 (39.2)	2.57 (0.0)	0.57 (0.5)	0.00 (0.0)	79
Oct. 1958	0406	No. 4 Boring 坑内下側	Free gas	96.54	3.33	0.10	0.03	0.01	111
"	0601	本岐地区 No.45 Boring	"	96.27	3.65	0.03	0.05	0.10	73
"	0602	浅29 Boring	"	93.45	6.33	0.16	0.05	0.10	127
"	0603	No. 4 Boring 坑外	"	94.71	5.19	0.02	0.05	0.03	104

Coal mine gas of Harutori coal mine, Kushiro city

1957	No. 7		Free gas	92.53	7.30	0.04	0.13	0.00	56
Oct. 1958		No. 11 Boring	"	37.63	55.33	4.51	0.58	3.96	92
"		No. 10 Boring	"	89.21	10.37	0.23	0.13	0.05	80

() 内数値は、O₂=0.0 のときの空気補正。

Analyst : K. Shibata, * 1958~1959

* この分析は、日立 RMU-4 型 (資源技術試験所) によつて行なわれた。

生層から産出するメタン系の可燃性ガスにおける N₂/Ar のきわめて大きな資料を得ている。

第16表は1957, 1958年の値である。表中の Loc. No. 1201 は 0603 と、また 1202 は 0602 と同じ場所から採取したものである。そしてこの数値は、ほとんど同じものといえて、坑井からのガスは、組成の変動が小さいことがわかる。

水中溶存ガスの組成は、遊離ガスに較べて CH₄ が大変に少なく、N₂ と Ar が多くでている。そして N₂/Ar は 79~38 となり、遊離ガスよりも Ar の占める割合が大きい。大気平衡時の純水溶存の N₂/Ar は 10°C において、39.5 であり、Loc. No. 1011 (西卸) と 1202 (本岐地区) の 43 と 38 にほぼ近い値である。後に地下水の項で述べるが、Loc. No. 1011 は、水量、水質、まわりの水質との比較などから、地上によく連絡した裂か水と考えられるが、溶存ガスの N₂/Ar 値も、大気平衡のそれに近いことは注目される。

さらに、Loc. No. 1202 も山脚の井戸で段丘から押す水の影響が強く観察されるので、 N_2/Ar が 38 なのは同じく原因の推定が可能である。

第 16 表下段に、釧路炭田の太平洋炭鉱春採坑の free gas 分析値を参考までに掲げた。後に述べるように、庶路坑の地下水水質は、春採坑のそれにきわめてよく類似している(48)49)50)、ガス質も一応比較を試みたわけである。結論的にいえば空気の混入がないと思われるガスでは、 $CH_4 \geq 90\%$ 、 $N_2 \leq 8\%$ と予想される。そして庶路のガスよりもやや CH_4 が少なく、 N_2 が多いようである。 N_2/Ar も 56 と 80 とでていて、庶路の free gas よりも大きい。

このように比較してみると、ガス水比の大きい産状を示すガスでは、やや CH_4 が多くて N_2/Ar が大きく、溶存ガスから分離したばかりのガスでは、Loc. No. 0406 を除くと、ややこの反対の傾向がありそうに思える。このことは、炭田ガスの質もまた、それが存在する状態、ガスの採取状況によって左右され、水溶性ガスにおけると同様な考慮をもって、ガス質を扱わなければならないことのあることを示すと考えられる。

Loc. No. 1202 と 1203 は 50m 位しか離れていない井戸であり、ガス組成もほとんど同じであることは

第 17 表 釧路炭田庶路鉱調査
Analytical data of ground water and

測点 番号	試料採取箇所	試料採取の 層位的 位置	ガス量 (m^3/d)	水量 (m^3/d)	* 気温 ($^{\circ}C$)	水温 ($^{\circ}C$)	pH	HCO_3^-	Free CO_2	CO_3^{2-}	Cl ⁻	** NH_4^+	NO_2	NO_3^-
Loc.1	二卸左一坑道つ め	春採層炭層下32m (下層)	目測 1.5	目測 2.5	排 20.5	22.4	8.3	4.9	0	14.4	6740	1.17	0.000	0.0
〃 2	〃	〃 直下	0	目測 5	排 18.7	21.0	8.1	14.6	0	14.4	6310	1.18	0.000	0.0
〃 3	〃	〃 6~8m	目測 0.1	目測 1	排 18.7	18.9	7.2	39.3	9.1	0	6920	1.33	0.000	0.0
〃 4	二卸中央坑道No.4 試錐(フマエ側)	春採層	0	77.8	入 13.8	21.7	7.9	24.4	3.8	0	7800	1.41	0.000	0.0
〃 5	二卸中央坑道立入 集合水	春採層本層上 25~35m 集合水	0	27.3	入 14.3	15.2	7.2	34.2	5.3	0	8510	6.79	0.000	0.0
〃 6	二卸中央坑道No.4 試錐(天井側)	舌辛層および 雄別層	$n \times 10^3$	50.4	排 17.8	16.3	8.3	4.9	0	14.4	2310	1.38	0.000	0.0
〃 7	第二本卸	天寧層基底17m上	0	僅少	入 9.5	18.0	8.7	4.9	0	14.4	851	1.00	0.000	0.0
〃 8	〃	天寧層 雄別層基底16m下	0	目測 3	入 9.5	18.3	8.5	4.8	0	9.6	1950	1.25	0.000	0.0
〃 9	〃	雄別層 舌辛層基底19m下	0	僅少	—	8.0	19.5	0	9.6	709	1.00	0.300	0.8	
〃 10	西卸右7片払跡	春採層炭層直下 (本層)	0	〃	排 17.0	17.7	7.5	43.9	3.0	0	9750	2.00	0.833	3.0
〃 11	〃 右8片払跡	〃	0	〃	—	7.2	29.4	4.6	0	10100	1.86	0.642	0.0	
〃 12	西卸一本卸	雄別層 雄別本層 より 14~15m上	0	142	16.0	15.3	9.8	0	0	91.5	142	1.11	0.000	0.0
〃 13	坑外No.4 試錐	舌辛層および 雄別層	336	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
〃 14	No.27 試錐	〃	$n \times 10^3$	目測 10	-1.3	8.0	7.5	97.5	6.1	0	2480	1.86	0.000	0.0

* 排……排気坑道 入……入気坑道
** 直接法による
*** 道立地下資源調査所佐藤、二間瀬技師によるオルザツト式分析
単位： HCO_3^- 以下 Mg^{2+} まで (mg/l)

注目される。

水中溶存ガスの詳細は、地下水の項で述べる。

VII. 1. 2 量と産状

第2図, 第17図および第17表, 第19表, 第20表にガス量と産状が示される。

坑外試すいで多量のガスを産するのは、庶路坑近くにある。その自噴ガス量は $n \times 10^3 \text{m}^3/\text{day}$ を示し、塩分をもった地下水を伴なう。27号試すい, 29号試すいなどのガスは舌辛層と雄別層からの自噴であり、Cl-を 2,000mg/l 以上もっている地下水を伴っている。その水質は第21図にてらしてみても雄別層のものとしてむじゆんがない。地下水は間欠的に自噴し、あたかもガスによって押しあげられるような産状である。地下水がガスの噴出をさまたげている例は常磐炭田地域にもあり、ここもおそらく同様な自噴機構であろうと思われる。29号浅尺試すいと呼ばれるものは、水量約 6 kl/day, ガス量約 160m³/day で自噴していた一時期もあり、水温 10.3°C であるところからみると、深度対応計算ガス水比に比較してガスがきわめて多いことがわかる。

一 覧 表 (1955)

昭和30年11月20日~11月28日

natural gas from Shoro coal mine

Fe ²⁺	Fe ³⁺	Total Fe	*** SO ₄ ²⁻	*** KMnO ₄ cons.	*** Ca ²⁺	*** Mg ²⁺	Ca ²⁺ /Mg ²⁺	Dis. gas (cc/l)				Composition of free gas*** (vol. %)					Level (m)	
								O ₂	CH ₄ + N ₂ etc	* CH ₄	* N ₂ etc	CO ₂	O ₂	Cn Hm	CH ₄	N ₂ etc		
tr.	0.07	0.07	1.0	11	1056	7.6	139	0.37	33.5	29.0	4.5	0.0	0.2	0.1	94.0	5.7	-440	
0	0.15	0.15	0.0	13	1082	9.9	109	0.06	24.2	17.6	6.6	—	—	—	—	—	-440	
0.26	0.04	0.30	3.5	13	1131	21.0	53.9	0.33	28.6	24.7	3.9	0.1	0.2	tr	92.7	7.0	-440	
0.01	0.07	0.08	3.5	12	1171	109	10.7	0.23	34.1	27.0	7.1	—	—	—	—	—	-430	
0	0.08	0.08	—	—	—	—	—	4.75	13.2	0.2	13.0	—	—	—	—	—	-429	
0	0.03	0.03	2.0	7	222	2.5	88.8	0.56	34.7	25.1	9.6	0.3	0.0	0.2	91.5	8.0	-425	
0	0.02	0.02	2.0	5	30	2.5	12.0	1.46	21.9	10.9	11.0	—	—	—	—	—	-410	
0	0.03	0.03	—	—	—	—	—	1.53	37.5	30.8	6.7	—	—	—	—	—	-375	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-315
0	0.04	0.04	6.0	13	754	168	4.5	4.67	12.6	—	—	—	—	—	—	—	—	-320
0	—	—	15.0	9	750	215	3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-370
0	0.03	0.03	1.0	4	5	1.6	3.1	0.40	47.5	27.1	20.4	—	—	—	—	—	—	-170
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.2	1.5	0.1	84.3	16.5	地表	
0	0.03	0.03	2.5	6	140	8.6	16.3	1.69	35.5	25.7	9.8	(0.3)	(0.0)	(0.2)	(90.5)	(9.0)	+19.4	

Surveyor : T. Makino, 1955

第 18 表 庶路炭鉱地下水組成 (1956)
 Chemical composition of ground water from Shoro coal mine, Hokkaido

坑 井 名	庶路 No. 4 Boring	庶路 No. 4 Boring	庶路 No.29 Boring
試 料 採	二 卸 坑 道	二 卸 坑 道	地 上 坑 口
取 位 置	天 盤 側	フ マ エ 側	自 噴
pH	8.2	7.4	8.2
RpH	8.2	7.3~7.2	8.2
free CO ₂ (mg/l)	3.0	9.0	4.0
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	57.1	28.6	121.4
Cl ⁻ (mg/l)	2492	6272	1922
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	3.0	3.0	9.0
NH ₄ ⁺ (mg/l)	0.90	1.20	1.25
Na ⁺ (mg/l)	1242	2378	1144
K ⁺ (mg/l)	4.1	10.0	3.12
total Fe (mg/l)	30.4	3.9	31.2
Ca ²⁺ (mg/l)	242	1426	87.1
Mg ²⁺ (mg/l)	11.7	22.9	14.4
HBO ₂ (mg/l)	5.6	4.2	0.7
KMnO ₄ cons (mg/l)	15.8	46.0	12.9
I ⁻ (mg/l)	2.6	5.2	3.1
Ca ²⁺ /Mg ²⁺ (wt)	20.7	62.3	6.05

Sampled : Sept. 1956

Analyst : S. Maki & H. Iwase

4号試すいは庶路坑付近にあり、ガスだけを鉄の側管から地上へ自噴する。この井戸は -430m で二卸の坑道と交わり、井戸の地上側へはガスだけ、坑道側へは水とガスとを自噴する。すなわち井戸自身がガスと水の分離槽になっている構造である。地上側へは約 350m³/day 位のガスを自噴し、地下の坑道側へ $n \times 10^2$ m³/day 位のガスと、50kl/day 位の水を自噴する。その推定産ガス層位は、雄別層ないし天寧層であり、水温は 16°C 位あるから、地表下約 300m 位の地下水と考えられ³⁶⁾、その Cl⁻ は約 2,500mg/l である。そのガス水比は約 20~30 と考えられるので、29号試すいと大差ないように思われる。

4号試すいの下半は、二卸坑道によってきられており、春採層下層炭層の下約 30m より下位の地下水とガスを二卸の水平坑道へ自噴する。自噴している水準は地表からの深度で約 450m あり、水温 21.7°C、ガス量約 2 m³/day、水量 27kl/day でガス水比は約 0.07 である。これは深度対応の計算ガス水比の 10% にも満たないものである。なお、この層位の地下水は、昭和 32 年の二卸大出水に際して示されたような、相当な圧力を持ち、少なくとも深度対応静水圧の 50% 以上を現在でも示すから、このガス水比の値は、きわめて意外である。なお、後述のように、大出水に際して、それに伴って出たガス量から、そのガス水比を推定しても (0.1 以上にはならない)、春採本層の下位の含水層は、きわめてわずかの溶存ガスを含むにすぎ

ないといえよう。

本岐地区の坑外試すい106号井は、 $0.8\text{m}^3/\text{day}$ のガスと $0.04\text{kl}/\text{day}$ の水を自噴する。

本岐と庶路の間にある26号試すいも $0.2\text{m}^3/\text{day}$ 位のガスを自噴するが、坑井状況がきわめて悪く、地表水の混入が多い。

以上が試すい井にみられるガスの量と産状の概要である。

坑外におけるガス徴候に関しては資料がない。

坑内においては、坑道に水があれば、ガス泡を認めうることがあり、とくに二卸において大出水をおこした断層帯付近（1955年測点の1～3付近など）では、このような現象を認めうる。坑道壁の乾燥した部分、石炭層そのものからのガス湧出は、なかなか認め難く、坑内ガスは、徐々に通気中へ混入してくるのが量的に大部分である。

Ⅶ. 2 地 下 水

Ⅶ. 2. 1 産 状

坑外で得られる新鮮な地下水は、試すい孔から出るものであって、その量は多くて一坑当たり $50\text{m}^3/\text{day}$ 程度の自噴量である。この場合にはガスを伴うのが通例である。

三上喜康³⁶⁾によれば、試すいによって最も湧水する層位は、雄別層上部の砂岩部であり、ついで天寧層の礫岩部でも出水する。春採下層の下位約20mにある砂岩層は有力な含水層であって、水圧も強く、湧水量も多いが、ここまで掘さくした坑井が少ないので、詳細は不明の点が多い。別保層・白垩紀層も含水層で、かつ出水層である。

坑内水には種々な産状のものがある。地表に連絡する斜坑を伝わってくる地表水が坑壁から出てくるもの、断層を伝わって明らかに上方からおそらく地表水起源と思われる湧水（西卸の Loc. No. 1101）、水量が少なく通気のために水分を奪い去られ炭酸石灰を沈殿しながら塩分濃度を増す水（西卸の地下水のほとんどがそれ）、断層帯を伝わって下部から湧出する地下水（二卸斜坑部の下半分や西卸 Loc. No. 0301 付近）、試すいの孔を伝わってくる上部の水（二卸の Loc. No. 1302～1307 付近）などである。水量の多いのは、断層に関連するものであり、採掘跡の古洞からの湧水はほとんど認められないようである。

庶路坑の二卸では、昭和32年秋に大出水に遭遇している³⁶⁾。位置は二卸左一本延坑道つまりであって、海拔約-430mの深さにある。この大出水は春採下層下約20mにある出水層と、これを切る断層の存在する条件のもとでおこり、坑道下盤側ではじまった。この地下水はメタンガスの若干を伴ない、出水量は当初 $0.5\text{m}^3/\text{min}$ 、4時間後 $1\text{m}^3/\text{min}$ 、6時間後 $2\text{m}^3/\text{min}$ 、7時間後 $3\text{m}^3/\text{min}$ 、最高 $15\text{m}^3/\text{min}$ と変化した。出水後の総排水量は昭和33年11月で約200万klに達し、水質は Cl^- 約 $5,000\text{mg}/\text{l}$ のものである。

Ⅶ. 2. 2 Cl^- の経年変化

この付近の調査では昭和30年から33年にわたる4年間の観測値が得られている。坑内外の代表的試料採取箇所に対する地下水中の Cl^- の経年変化を求めたものが、第21表である。

4号試すいの上半部すなわち雄別層付近から来る地下水は、井戸の仕上げが悪いにもかかわらず変動が小さい。すなわち裸孔仕上げであっても安定した状態で出水していることを示している。

4号試すいの下半部は春採本層下約20m以下の、例の昭和32年秋の大出水をおこした地下水の水層に相当する部分の水を湧出するのであるが、その地下水は昭和30年と31年の間に約 $1,500\text{mg}/\text{l}$ の Cl^- の減少があり、その後は大出水の前後において大差がない。この年間 $1,500\text{mg}/\text{l}$ の Cl^- 変化の原因はわからない。

西卸斜坑部 (Loc. No. 1011) の地下水水質も割合によく安定している。この水の Cl^- は少なく、水量は多く、地表水が地層を洗って断層から湧出するものようである。

第19表 釧路炭田庶路炭鉱地
Analytical data of ground water

Loc. No.	試料採取 年月日	採取箇所	Level (m)	層位	地質構造
0702	1957.10 7	西卸右10片	-402	春採下層からの出水	Domeの翼
0703	7. am	〃	-402	春採下層上盤 tuff	〃
1001	10. am	西二連卸4片付近	-260	上層上盤際 sh.	〃
1002	10. am	〃	-258	〃	〃
1006	10. am	西卸左9片切替坑道	-360	下層下盤 tuff (5寸炭下)	〃
1008	10. pm	西卸右8片上連卸	-349	上層上盤 sd. st.	〃
1011	10. pm	西一連坑道三目抜上	-170	雄別本層上約10m sh/ss 境	断層落込区域 (チプタナイ2,4号)
1012	10. pm	〃	-167	雄別本層上約15m	〃
1113	11. am	〃	-162	2号断層上 (上春採 下雄別)	断層
1114	11. am	〃	-120	春採下層直上 tuff	Domeの翼
1116	11. am	西一卸に行く風洞	-79	天寧下部	Domeのtop付近
1117	11. pm	一連卸西卸入口5m	-66	天寧	〃
1118	11. pm	一連卸	-10	チプタナイ1号 (多分 舌辛中部)	〃
1119	11. pm	一連卸	+20	多分舌辛上部	〃
1202	12. am	トンネル沢入口 (浅尺 No. 29 Boring)	地面17.6	柱状図参照	トンネル沢断層上
1301	13. am	オレウケナイ沢入口 (No. 106 Boring)	地面25.9	〃 (天寧中部)	単斜
1302	13. pm	オリコマツブ沢 (No. 25 Boring)	〃 30.6	雄別 top	〃
1303	13. pm	川原沢 (No. 26 Boring)	〃 39.7	〃	〃
1401	14. am	一連卸 (卸400m)	-90	春採 top 下約20m	Domeのtop付近
太平洋 No. 4 〃 No. 7			-300	春採本層(太平洋)下約30m	単斜

* 参考値
** 微量拡散分析

化学調査表 (1957)
from Shoro coal mine

1957年10月 地質調査所

出水状況	出水斜距離 (m)	坑道傾斜 (度)	付近岩石の乾湿	通気	坑道ライニングの有無	Casing drive 長 (m)	水位 (m)	水色	濁り
払跡しぼり水	8	0	乾	入	なし	—	坑道腹よりの滴下	無	透明
払→坑道の岩石	3	0	〃	〃	〃	—	〃	〃	〃
備考参照	4	18	〃	排	〃	—	坑道天井	〃	〃
〃	3	18	〃	〃	〃	—	〃	〃	〃
片面払跡坑道下半部湧出水	7	18+	〃	〃	〃	—	坑道下半	〃	〃
保安炭柱付近, 成層面及び上盤 sds, fiss.	2	18	〃	〃	〃	—	坑道天井	〃	〃
坑道左側面からの流出	5	18	チブクナイ4号下まで (sh, 下) 湿約50m上方へは5m約30m上方へ湿	〃	〃	—	坑道左腹	〃	〃
おち水	3	18	〃	〃	〃	—	坑道天井	〃	〃
〃	3	15	乾	〃	〃	—	〃	〃	〃
〃	10	5	〃	〃	〃	—	〃	〃	〃
水抜き boring			〃	〃	—	鉄 2" Bore hole 20~30m位	坑道右腹	?	褐
天井しぼり水	5	18	不明	〃	コンクリート	—	坑道天井	無	透明
〃	7	18	〃	〃	なし	—	〃	〃	〃
〃	6	18	〃	〃	コンクリート	—	〃	〃	〃
ガスは間欠的 Dome の top	—	—	—	—	—	—	地面+50cm	〃	〃
ガスと水			—	—	—	4" G.P. 3m		〃	〃
			—	—	—	なし		〃	白濁
			—	—	口元コンクリート	〃	± 0	〃	透明
天井からのたれ水	3	18	不明	排	コンクリートあり	—	坑道天井	〃	〃
強圧ガスと水 11kg/cm ²						4"	—	無	白濁

Loc. No.	味	沈殿物	気温 (°C)	水温 (°C)	水量 (kl/d)	ガス量	pH	Free CO ₂ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Total CO ₂ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	I ⁻ (mg/l)
0702	塩大 にがみ中	なし	17.9	20.3 [*]	目測 0.8~1	0	7.32	4.4	61.0	48.4	9,560	1.7
0703	塩大 にがみ中	〃			〃 0.02	0	7.72	4.4	68.3	53.5	9,040	
1001		〃			〃 0.02	0	—			111 ^{**}	9,420	
1002	塩気大 にがみ中	〃			〃 0.01	0	—				11,100	
1006	塩気大 にがみ少	〃			〃 3	0	7.72	7.0	146	112	8,710	13.3
1008	塩気大 にがみなし	〃			〃 0.005	0	7.84			61.1 ^{**}	9,780	18.7
1011	甘 わずかにH ₂ S	水酸化鉄 free S	14.9		〃 150	多分有	9.70	CO ₃ 9.6	159	120	135	
1012	塩気大	なし			〃 0.01	0	7.69	6.2	105	82.0	4,570	6.9
1113	〃	〃			〃 0.01	0	—				5,160	
1114	〃	〃			〃 0.01	0	—	2.2		81.8 ^{**}	6,910	
1116	甘	水酸化鉄	11.1		1	不明	8.35	2.6	146	103	439	
1117	〃	なし			〃 0.01	0	7.94				204	
1118	〃	〃			〃 0.01	0	—	CO ₃ 7.2	268	198	454	
1119	〃	〃			〃 0.01	0	—			202 ^{**}	443	
1202	塩気	水酸化鉄		10.3	5.98	156	8.16	CO ₃ 7.2	73.3	58.2	2,700	6.3
1301	〃	なし	18.8	12.4	0.04	0.8	7.50	2.2	61	46.2	3,180	5.2
1302	甘	〃	19.6	10.1 [*]	1	0	8.97	CO ₃ 60.0	281.0	207.4	100	
1303	〃	〃	18.2	8.8	1	0.2~0.3	8.62	CO ₃ 55.0	677	529	136	
1401	〃	〃			〃 0.01	0	—			185 ^{**}	132	
太平洋 No. 4							7.55	3.5	24.0	41.3	7,560	19.1
〃 No. 7	塩大 にがみ大	なし			1	約 1	8.28	0.0	31.7	54.6	4,030	10.9

Br ⁻ (mg/l)	HBO ₂ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ -N (mg/l)	Total Fe (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Red. Pot (Eh, mV.)	Dis. O ₂ (cc/l)	Dis. CH ₄ +N ₂ (cc/l)	Ca ²⁺ / Mg ²⁺ (w/t)
36.9	0.9	4	1.60		4,400	24	1,285	78.8				16.3
			1.13				1,400	56.7				24.7
			1.79				693	144				4.8
							655	176				3.7
24.8	1.7	4	0.0		3,840	23.9	1,368	46.7				29.3
21.6		5	2.90		4,920	32.7	968	128				7.6
		0	0.0	0.141			3.5	0.4	+ 86.5	0.75	42.4	8.8
12.2		7	0.0				662	17.9				37.0
			0.95				653	23.4				28.0
			0.42				1,026	40.5				25.3
			tr.	0.63			50.6	8.5		4.49	14.9	6.0
		3	0.39				22.8	3.2				7.1
			tr.				10.5	1.2				8.7
			0.33				66.7	29.8				2.2
4.0	6.2		2.28	II 0.46 III 0.42	1,578	13.9	70.2	8.9	+ 256	0.34	41.2	7.9
	9.4		1.04	II tr. III 0.89		18.3	441	10.7	+ 302	1.05	39.2	41.3
			0.75				4.2	1.6	+ 279			2.6
		15	0.44	II 0.0 III 0.12			2.5	0.4	+ 287	0.37	41.8	6.3
			0.26				43.9	7.5				5.9
16.4	23.1	0	tr.			25.2	2,374	11.9				199
9.9	15.9	0	0.0	II 1.08 III 0.62	1,410	5.4	913	8.1		0.41	43.6	113

参考
して
ある

Survey : Oct. 1957

Surveyors : K. Motojima, T. Makino, S. Maki & K. Shibata

第 21 表 4 地点における地下水中の Cl^- 経年変化
Change of Cl^- in ground water at 4 points during the years 1955—58

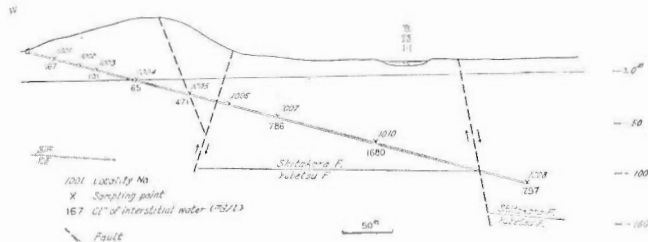
試料採取地点	試料採取年	1955	1956	1957	1958
No. 4 Boring 上 (坑 内)		2,310	2,490		2,520
” 下 (”)		7,800	6,270		6,190
西 卸 斜 坑 (Loc. No.1011)		142	n. d	135	174
No. 29 Boring			1,920	2,700	2,620

(mg/l)

二卸の水平部の地下水は Cl^- を 4,000~8,000 mg/l もっていて、岩石間隙水中の $\text{Cl}^- \times 10^3 \text{mg/l}$ と大差がない。総じて、二卸は水分が多くて顕著な出水があり、この移動性の地下水の多いことと Cl^- 量が間隙水と移動性の地下水の間に大差ないこととにおいて、西卸と違いがある。

4号試すい孔へ出る雄別層からの地下水は、 Cl^- が 2,300~2,500mg/l であって、二卸水平部の春採層の地下水の Cl^- より大変に少ない (Loc. No. 0304)。

本岐坑における新斜坑は、昭和33年秋に掘進中であつたが、坑内各所に地下水が湧出する。その水量は一応大きなものではなく、その Cl^- 分布は第25図のようになる。すなわち、海水準 -50m (Loc. No.1007)



第 25 図 本岐坑における地下水中の Cl^- 分布図
Distribution of Cl^- in ground water at Ponki coal mine

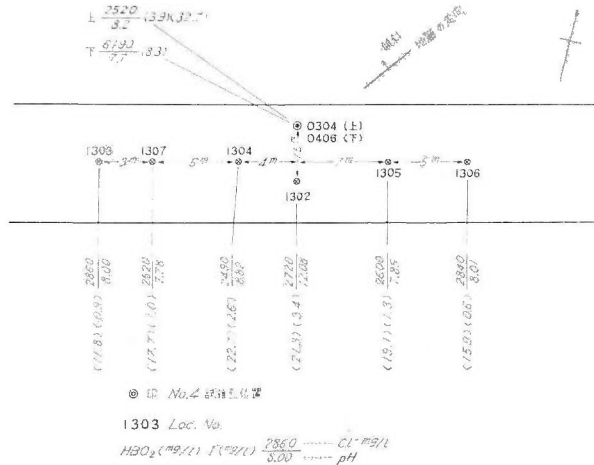
を超えるところから急に Cl^- が増加し、-100m では 1,100mg/l に達する。庶路地区における雄別層の地下水が大凡 2,500mg/l であるので、この測定値によると本岐付近では庶路地区に較べて Cl^- が $\frac{1}{2}$ 程度ということになる。おそらく地表からの天水の影響によってこのようになったものと思われる。本岐坑の間隙水の Cl^- (第4図) 分布状況と比較すると、やや間隙水において Cl^- が多い傾向がある。したがって、地下水中の Cl^- は幾分坑道掘進のために天水による希釈をうけているとも思われ、間隙水 Cl^- からすればおそらく雄別層の地下水は、 Cl^- が 2,500mg/l 前後であつて庶路地区のものと同じと思われる。

VII. 2. 4 一地点における地下水の水質

二卸水平部にある4号試すい孔を中心に数10kl/dayの割合で、天盤から出水がある。この地下水はその大部分を雄別層にあおいでいると考えるものであるが、坑井が、ら孔のために坑道天盤の割れ目に沿つても出てくる。4号試すい孔の坑道天盤と接するところ付近は、かつてセメント・グラウチングをやつて、水を止めようとした部分である。

昭和33年秋にこの付近で地下水を採取して、その pH を測つたところ、12.08 という値を得た。いままで地質調査所では炭田・油田・ガス田の地下水について数1000の分析を実施したが、ついぞ12を超える

pH 値を得たことがないので、そのよってくる原因を確かめようとして、再度坑内におり、細かく測定してみた。結果は第 26 図に示されるようである。



第 26 図 二卸立入本坑道付近観測点位置図
Location diagram of observation points along Nioroshi

pH まず試すい孔から出る水は 8.2 である。そしてグラウトしたところの水は、12.08、そこから 4~7m 離れると、8.8, 7.9 になり結局セメント圧入の影響が強かったと思われる。

Cl⁻ 試すい孔の水は 2,520mg/l、そこから離れると 2,850mg/l 程度まで増える。この付近にある岩石の間隙水 Cl⁻ は、約 4,500~5,500mg/l (第 19 図) であるので、岩石と接するほど地下水は Cl⁻ を増してくる。したがって、試すい孔から離れるにつれて Cl⁻ が増えることが理解される。

I⁻ 沃素量は従来地下水の移動中に変化しないものと思われていたが、この測定値によると地層によってきわめてよく沃素の吸着がおこっているらしいことがわかる。4 号試すいの水で I⁻ は 3.9mg/l であり、試すい孔を離れるにつれて Cl⁻ の増加にもかかわらず 0.6mg/l まで規則的に I⁻ を減少する。普通の地下水を坑井によって採取した限りでは、このような大きな規則的変化は認められないから、酸化還元条件と、地下水の接する岩石の性質とによって、このような分布がもたらされたと見るべきであろう。

以上の観測を通じて、炭田の地下水を坑道で採取するには、なるべく水量の多い地下水を選んで行なうとよいと思われる。そして地下水は坑道が存在する深度以下から湧出するものであれば、空気と触れる機会が少ないわけであるから好都合である。地下水水位と採取位置の関係は充分に考慮されるべきである。

VII. 2. 5 Cl⁻ と層位および深度

Cl⁻ と深度との関係は、第 20 図に示される。西卸では深度 100m を超えれば地下水中の Cl⁻ は 4,000mg/l を超え、250m を超えると 8,500mg/l を超える。大きくみれば深度と地下水中の Cl⁻ の間に正の相関関係がある。深度 250~400m の間には、Cl⁻ と深度の間に大した関連が見られない。

二卸斜坑部は深度 -200m から -450m にわたり、深度を増すとゆるやかに地下水中の Cl⁻ を増す。二卸水平部では Cl⁻ が 2,500~8,500mg/l の間にある。

西卸の流水地区 (Loc. No. 1011) の水質は、明らかに西卸の一般傾向とはずれていて、Cl⁻ が少なく天水の混入を推定させる。

本岐地区も深部に Cl⁻ を増している。

天水の侵入は、本岐地区で Cl⁻ が 1,000mg/l に達するのに 110m 位の深度を必要とし、また西卸でも

100m 位は Cl^- が少ないようであることなどから、おおむね 100m 前後まで顕著であると考えられよう。

二卸では、一卸を通じて天水の浸入を許している。

西卸の地下水が二卸よりもはるかに多くの Cl^- をもっているにかかわらず、岩石間隙水の Cl^- では両者の間に大差がないのは、すでに述べたように、通気による影響と思われる。

Cl^- と層位の間には(48)(49)(50)、第 21 図のような関係がある。舌辛層・雄別層の地下水中の Cl^- はおおむね 1,000mg/l 以下にすぎないが、天寧層ではやや Cl^- の多い 2,000mg/l 級の地下水もある。天寧層にはこれと反対に Cl^- の少ない地下水がとくにその下半分にある。春採層上部の水は大体 Cl^- が 3,000~7,000 mg/l であって特徴的である。春採層下層(本層)付近およびそれ以下の層位の地下水はおおむね Cl^- が 6,000 mg/l を超える。

間隙水の Cl^- と移動性地下水のそれを比較すると、塩分濃度のうすい舌辛層・雄別層では明らかに地下水の Cl^- が少なく、天水による Cl^- の希釈が推定される。そして天寧層の下半分の層位も地下水の方が Cl^- が少なくて天水浸入が考えられる。春採層上半部は間隙水の Cl^- も多いが、地下水もほぼそれと同量の Cl^- を示している。春採層下層では間隙水の Cl^- が減ずるにかかわらず、地下水の Cl^- が増えて、明らかに Cl^- の二次的(通気による)増加と、下位層から高塩分濃度の地下水の浸入を考えさせる。なお、通気による地下水塩類の濃縮現象は後に述べるように、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 、 I^-/Cl^- などによってある程度推定可能である。

いずれにしても春採層下層付近の地層水の Cl^- は、本来 5,000~6,000mg/l であったらうと推定される。

VII. 2. 6 地下水の坑内における変質

前々項で、地下水の I^-/Cl^- の変化について説明した。

二卸水平部における I^-/Cl^- の分布をみると、出水をおこした左一水平坑道で最大になり、南西側に順次その値を減じている。その程度は Loc. No. 0407, 0305, 0405 において最も著しく、Loc. No. 0304 の 4 号試すい底で観測された I^-/Cl^- の傾向から考えて、この水平部の水の動き方を推定するのに少しく役立つものと思われる。

第 20 図に示した二卸水平部の $\text{Cl}^- > 6,000\text{mg/l}$ の地下水は I^-/Cl^- 比が小さい傾向にある。これはこの地域における地下水が、元々 Cl^- を 5,000~6,000mg/l もっていたものであり、それから変質して Cl^- の多い地下水ができたと考えるに有利な資料である。このことは、地下水のきわめて多い地区の岩石の間隙水 Cl^- が最高 5,000~6,000mg/l と測定されていることでも支持されよう。

地下水の $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 重量比は、第 21 図右側に示されている。元来春採層下位の地下水には $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 値が大きいことは、試料採取条件のきわめてよい Loc. No. 1, 2, 3, 0406 などによる観測によって、はっきりしているところであるが、昭和 32 年秋の大出水によってこのことが一層明瞭になった。すなわちその $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 値はおおむね 100 を超える。

ところが Cl^- がきわめて多いもの(第 21 図参照)では $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 値は小さくなる。そして Cl^- が 5,000~6,000mg/l の場合に、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ の最大値が表われる。この水質が本来の春採層下位の地下水であると思われる。このような水は、空気にふれると Ca^{2+} を沈殿してしまい結局水質変化は、

Cl^-	増加
I^-/Cl^-	減少
$\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$	減少
HBO_2	減少(後述する)

の方向へ動く。

第 21 図右側の $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ で、Loc. No. 0705 は、二卸斜坑部の雄別層基底から出る水であるが、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ は約 140 で、春採層下の地下水水質であり、 Cl^- は約 1,500mg/l である。この水は、春採層下位の $\text{Cl}^- = 5\sim 6\text{g/l}$ 、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+} = 150 \pm$ の地下水が、希釈されて湧出したものであると思われる。この地点は、会社の資料によつて小断層があり、斜坑掘進に際して湧水のため一時作業を中止して排水したこと

がわかっている。すなわち、この地点の断層は下位の春採本層下の優勢な含水層に連絡されたものであって、西卸流水部の Loc. No. 1012 の上方に連絡された断層とそのもつ鉱床学的意味が大きく異なるものである。この Loc. No. 0705 の地下水の湧出点から斜坑に沿って順次下部に、第 21 図の Loc. No. 0706, 0707, 0708, 0709 と並んできれいに $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 値を減少する。そして Cl^- は淡水が加わらぬ限りやや増加し、それとやや独立的に Ca^{2+} を沈殿して $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 値を減ずる。

春採層上半部の地下水は $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ が 10~20 で、本層を境として水質上の大差がみられる⁴⁸⁾⁴⁹⁾⁵⁰⁾。

VII. 2. 7 地下水の性質

地層水の水質そのままに近い分析値を示すものは、きわめて少ない。坑外試すいで自噴しているもの、坑内でも水量の多いものがそれである。

ここでは、分析値相互のことなどを主にして、説明をすすめる。

pH おおむね 7~8.5 の間にある。舌辛層・雄別層の地下水はやや数値が大きい傾向にある。春採層の本層下では 7.1~7.4 であり、 CaCl_2 に富む一般地下水の性質を示す。

Free CO_2 多くは 10mg/l 以下で、時に 30mg/l に達する。

HCO_3^- おおむね 100mg/l 以下。本岐坑ではやや多くて 100~300mg/l に達する。 HCO_3^- 量を考えるには地表水の影響を無視できない。雄別層の地下水にやや多く、春採本層の下位の水に少ない。また弘跡の地下水に多い傾向がみられる。

NH_4^+ 多くは 1.5mg/l を超えない。層位的な差は少なく、集合水などに多い傾向がみられるのは、やはり人為的な影響である。これらの値は間隙水の NH_4^+ よりも 1 桁少ない数値である。

NO_2^- , NO_3^- いずれも 0 であるが、弘跡の地下水では NO_2^- , NO_3^- とも認められることがあり、酸化生成物であることを示す。

SO_4^{2-} 5mg/l 以下が多い。弘跡の地下水では 6~15mg/l と多くなっている。酸化による増加である。

Ca^{2+} 春採本層下位の地下水で、1,000mg/l を超える。雄別層では 80~250mg/l 程度を示す。

Mg^{2+} 春採本層下位の地下水で 20~25mg/l, 雄別層で 10~20mg/l 程度を含むようである。

Fe 鉄は 1mg/l 以下が多い。坑内観測では $\text{Fe}^{2+} < \text{Fe}^{3+}$ である。坑外の試すいで自噴水量の多いものでも、 $\text{Fe}^{2+} < \text{Fe}^{3+}$ で全鉄として 0.0Amg/l 程度である。

KMnO_4 cons. 多くは 15mg/l 以下である。

Na^+ 本層下位の水で 2,300mg/l 位あり、西卸の Cl^- の多い水では 5,000mg/l に達する。

K^+ これはきわめて少なく、春採本層下位でも 20mg/l 前後である。

HBO_2 雄別ないし春採層の地下水に割合少なく、10mg/l を超えない。天水の影響を受けると増える。

I⁻ 最高 8~10mg/l に達する。層位的な差はあまりない。

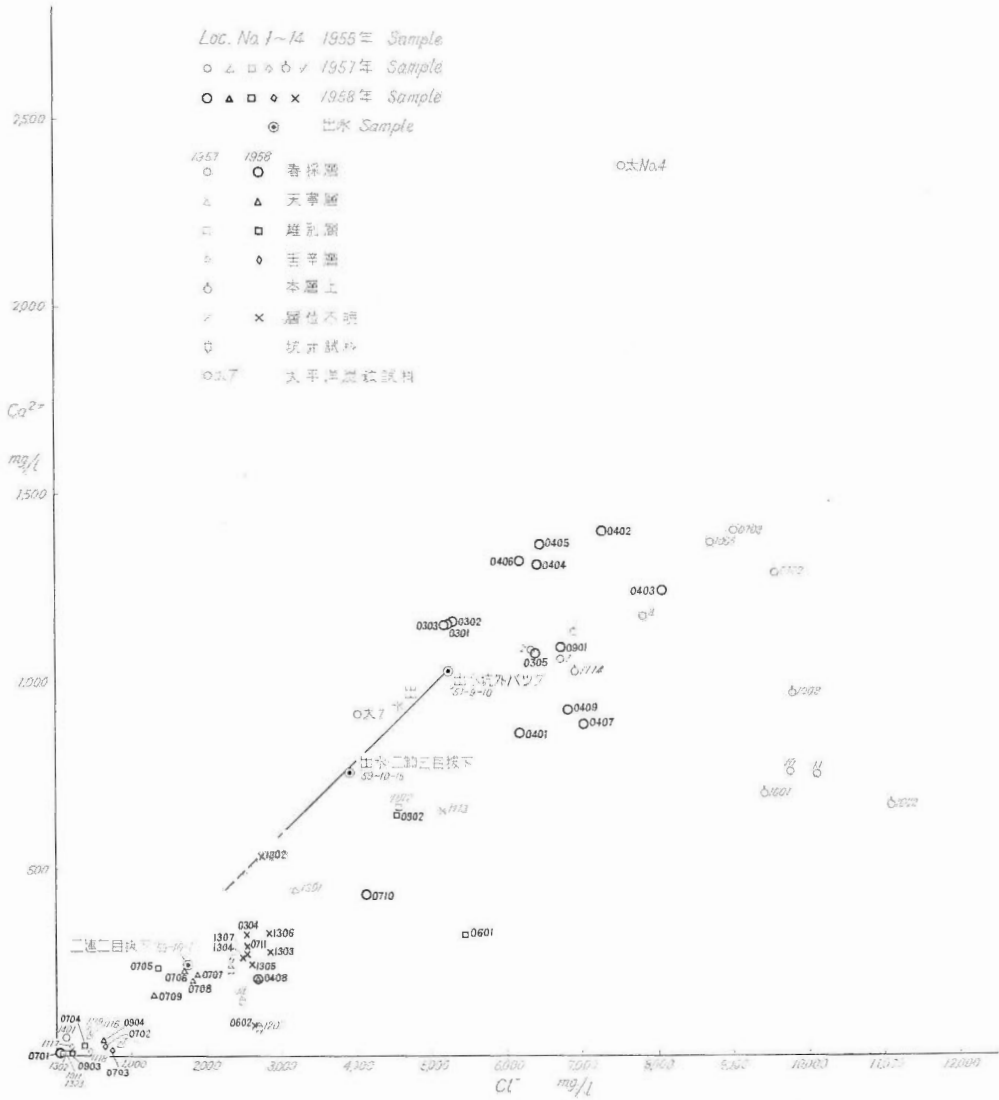
Br^- 多くは $\text{I}^- < \text{Br}^-$ であって、空気に触れると I^-/Br^- が小さくなる。春採本層下の水では、 $\text{I}^- = 8.3$ mg/l に対して $\text{Br}^- = 14.6$ mg/l の値があり、雄別層の水では $\text{I}^- = 3.9$ および 6.3mg/l に対し $\text{Br}^- = 20.9$ および 6.2 という値がある。

Redox Potential 西卸の流水部 (Loc. No. 1011) で +87mV, 浅 29 号試すいで +256mV になっている。前の数値は池田層から出る十勝平野の含ガス地下水のそれに似ている。大体よくガスを伴う地下水では -50~-150mV であるので、この地域の水はややそれらより酸化状態にあると思われる。

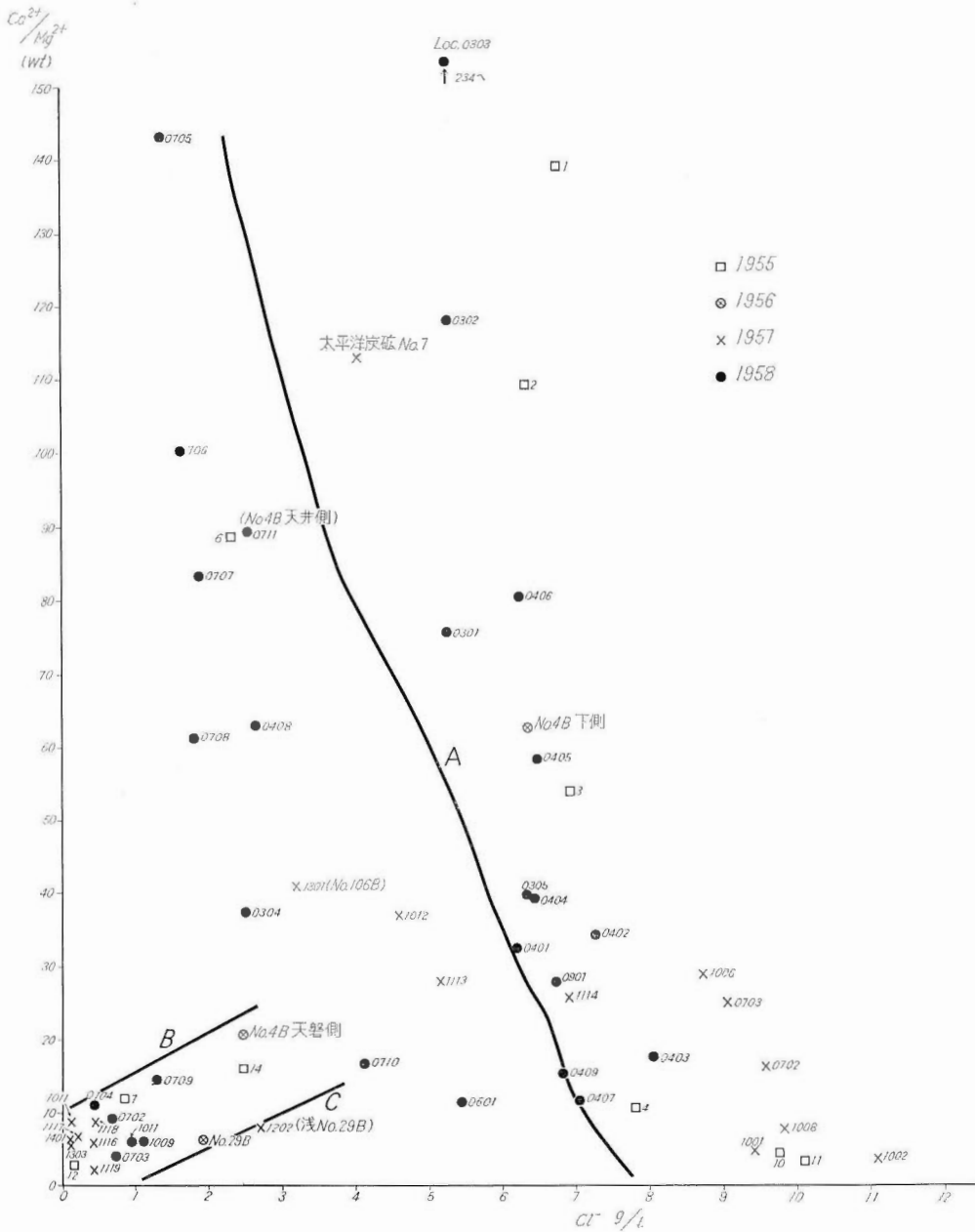
Dis. O_2 西卸流水部 (Loc. No. 1011) で 0.75cc/l, 浅 29 号試すいで 0.34cc/l, 春採本層下盤水 (Loc. No. 0406) で 0.24cc/l, 第二連卸 (Loc. No. 0706) で 0.58cc/l であるから、おそらく本来の地下水は 0.2~0.3cc/l と思われる。

Dis. $\text{CH}_4 + \text{N}_2$ 試料採取状況の良好なものは 40cc/l を超え、明らかに過飽和のガスを溶存する。塩分の濃淡、層位にかかわらず、水量が多く、dis. O_2 が少ない地下水では、 $\text{CH}_4 + \text{N}_2$ が 1 気圧下で過飽和である。

Cl⁻ と Ca²⁺ との関係 地下水中の Cl⁻ と Ca²⁺ は第 27 図のような関係にある。図中太 4, 太 7 としたの
は銚路太平洋炭鉱春採坑の春採下層下位の地下水を示す。Ca²⁺/Cl⁻ の大きいものは、Cl⁻ が 5,000~6,500
mg/l の間にあるもので、おそらくこれが春採層下半部の地層水の原水に近いものである。太平洋炭鉱の地
下水は庶路坑の下位層のものに似るが、それよりもさらに Ca²⁺ が多い特徴がある。おおむね Cl⁻ が 6,000
mg/l, Ca²⁺ が 1,200mg/l 位の地下水に天水が混じり、またはこれが蒸発変質させられるとすれば、庶路坑
内の地下水水質の大半は説明できる。図の右下に集まる Cl⁻ の多い、Ca²⁺ の少ない水はこの濃縮水と考
える。本岐地区はやや Ca²⁺ が少ないらしい。浅 29 号試すいは雄別層の水を産するが、やはり Ca²⁺ が少な
い。



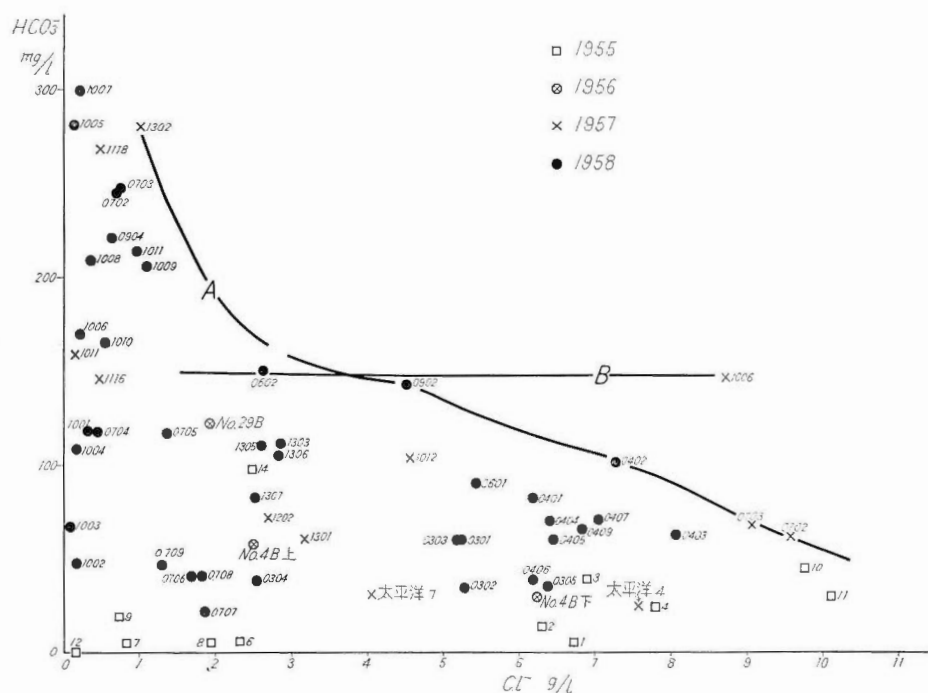
第 27 図 地下水中の Cl⁻ と Ca²⁺ との関係
Cl⁻ versus Ca²⁺



第 28 図 地下水中の Cl^- と $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ との関係
 Cl^- versus $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$

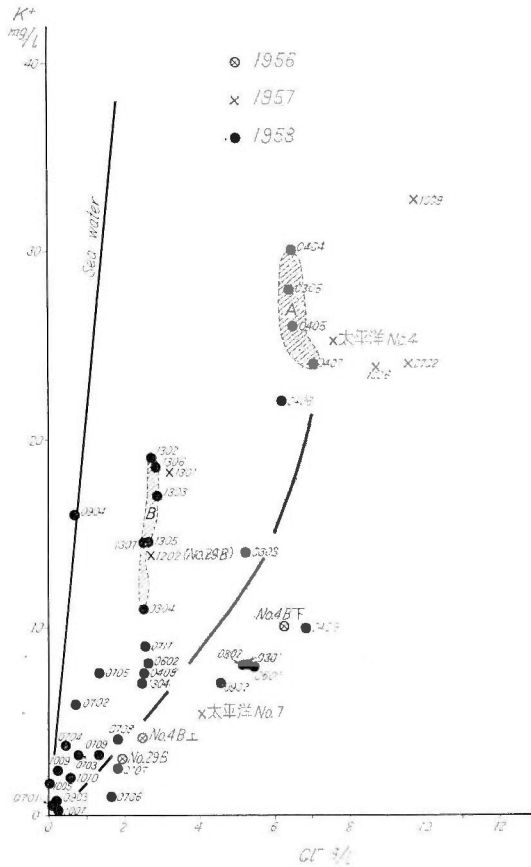
Cl⁻ と Ca²⁺/Mg²⁺ との関係 第28図はCl⁻ と Ca²⁺/Mg²⁺ の関係を示すものである。図の左下のB、C線に挟まれるのはCl⁻は少ないが、大まかにいってCl⁻が増えればCa²⁺/Mg²⁺値が増える傾向のものをまとめたものである。A線は右上が春採層、左下はその上位である。

HCO₃⁻ と Cl⁻ との関係 第29図はこの関係を示す。Cl⁻>1,500mg/lではHCO₃⁻は150mg/l以下になり、その関係はB線以下に点が集まることわかる。A線は、すべての点の散る上限をおさえたものであって、Cl⁻の多い地下水にはHCO₃⁻が少ないことを表わしている。本岐地区はHCO₃⁻が多く、この図全体からしても、HCO₃⁻が有機態炭素の酸化によるCO₂を経て生成されたと考えうることを示している。庶路坑の大出水箇所に近いところをとったLoc. No. 1~4の地下水はHCO₃⁻が少なく、太平洋炭鉱のそれに似ている。



第29図 地下水中のHCO₃⁻とCl⁻との関係
HCO₃⁻ versus Cl⁻

K⁺ と Cl⁻ との関係 K⁺ と Cl⁻ 間には、第30図の関係がある。K⁺/Cl⁻は一般の古い地下水と同じく、海水の値より小さい。K⁺はCl⁻の多い地下水に多いが、図の中程のハッチであらわした群のようにアルカリ性の強い地下水では平均よりもK⁺が多くなる。また図の右上ハッチは、二卸の南西側すなわち、大出水の湧出口からやや離れていて、先にI⁻/Cl⁻が小さいと指摘したところの水である。すなわちI⁻が減少していてK⁺がやや多い特徴を示す一群の水である。図の黒い曲線は、これら斜線部を除いたCl⁻とK⁺の一般傾向を示す線である。太平洋炭鉱の水も同傾向であった。天水の浸入あるいは人為的水質変化によっておそらく水質は左下あるいは右上の方向へ移るものであろう。

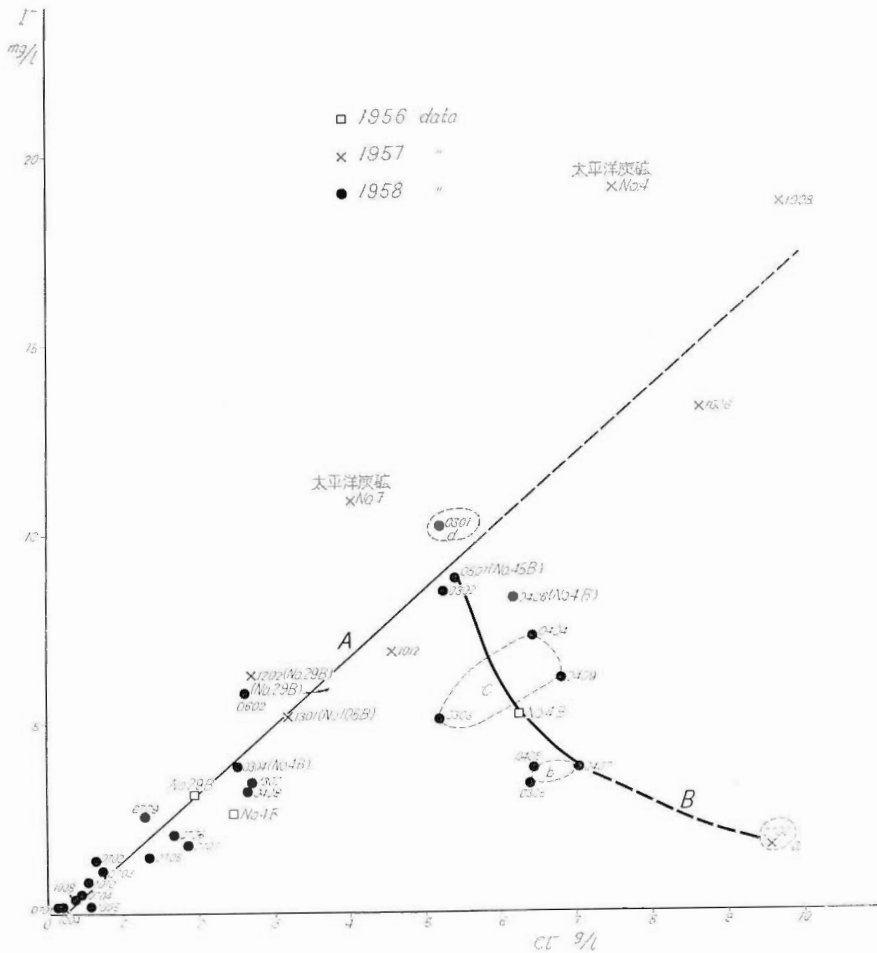


第 30 図 地下水中の K^+ と Cl^- との関係
 K^+ versus Cl^-

Cl^- と HBO_2 との関係 Cl^- と HBO_2 の関係には第 31 図にみられるような著しい特徴がある。 Cl^- を 6,000mg/l 程度もつ春採本層下盤の地下水は、5mg/l 前後の HBO_2 を含むにすぎない。そして Cl^- が多く 8~10g/l にも達すると HBO_2 はさらに少なくなるようである。太平洋炭鉱の春採層の水では Cl^- の多いものにやや HBO_2 が多くなっているから、本来 Cl^- と HBO_2 は正相関係にあるものであろう。しかし、全観測値をみると必ずしもそうでなく、 Cl^- が多いと HBO_2 は少なくなるとさえ思える。二卸出水部 (Loc. No. 0301~0303) はやや HBO_2 が多く 30±mg/l である。二卸 4 号試すい付近も Cl^- の大きな変化がないのに HBO_2 は 33~12mg/l 間を変動し、大気との接触で B が減少するように思える。二卸斜坑部は Cl^- の少ないものに B が多い。

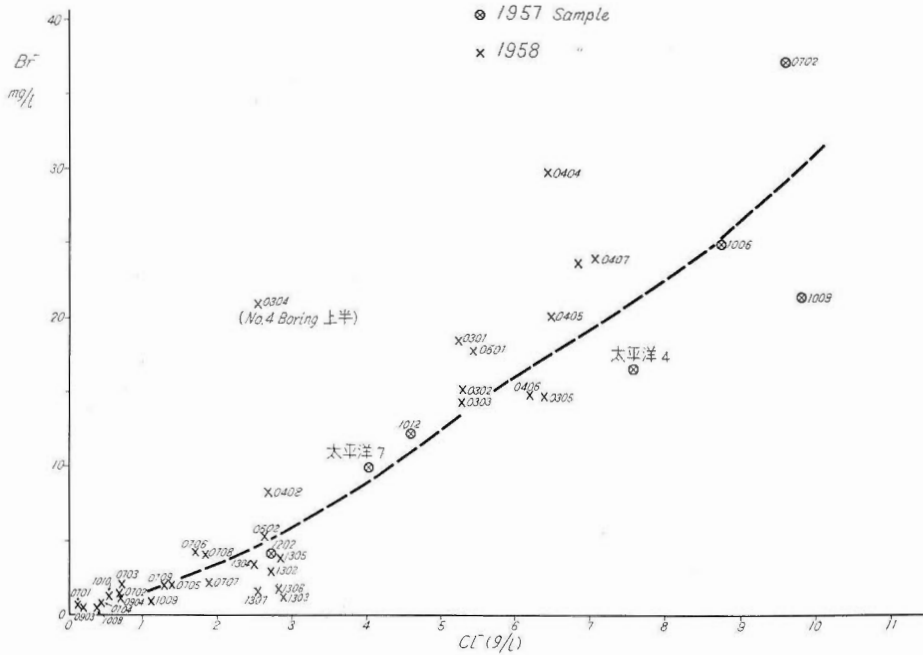
本岐地区の HBO_2 は少なく、 Cl^- の多いものに B が多そうである。

Cl⁻ と I⁻ との関係 Cl⁻ と I⁻ の間にも第 32 図のような興味ある関係がみられる。Cl⁻ が 5~6g/l までは Cl⁻ と I⁻ の間には正の相関関係がみられ、さらに若干のものはその傾向を示す A 線の右上方向の位置を占める。この Cl⁻=5~6g/l の地下水は I⁻/Cl⁻ の大きいいわゆる original 地下水と考えられるものである。そしてそこを出発点として、Cl⁻ が増えると I⁻ が減少する傾向の B 線付近を占めて測定値が並ぶ。この B 線付近のものがいわゆる酸化に際して I⁻ の地層への吸着を受けたものと思われる。ただ Loc. No. 1006, 1008 がなぜ I⁻ 量を減じないかについては説明できない。太平洋炭鉱の 2 点はいずれも I⁻/Cl⁻ が庶路よりも大きく、かつ Cl⁻ が 4.5~7g/l 間で Cl⁻ と I⁻ 間に正相関関係がある。



第 32 図 地下水中の Cl⁻ と I⁻ との関係
Cl⁻ versus I⁻

Cl⁻ と Br⁻ との関係 第 33 図にこの関係を示す。Cl⁻ と Br⁻ 量は正相関し、図の点線のような傾向である。Cl⁻ が 6~7g/l を超えても、I⁻ のように減少しない。Loc. No. 0304 (4 号試すい上半部) で Br⁻ が多いが、その理由はわからない。太平洋炭鉱の 2 試料も Br⁻ に関しては庶路とよく似ている。



第 33 図 地下水中の Cl^- と Br^- との関係
 Cl^- versus Br^-

Ⅷ. 鉱床学的検討

以上述べたところは個別的、かつ記載的な内容を主とする。これらを総合して以下に鉱床学的な論議をすすめる。

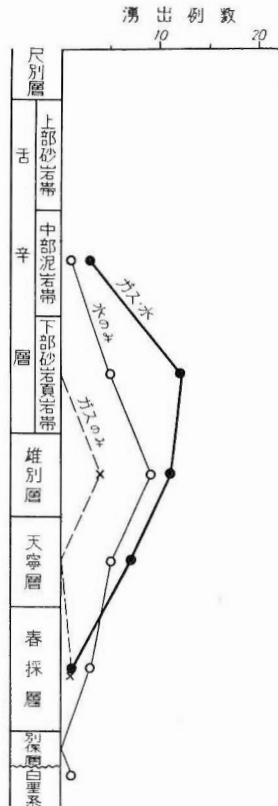
Ⅷ. 1 ガスのあり場所⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾

鹿路地区においては主要稼行夾炭層である春採層の地表露出がなく、かつ地質構造的にも複雑であること、また割合に平野部が多いことなどから数多くの採炭試すいが実施されている。これらの試すいは探炭が主目的でガス・水についての記載は乏しく、またその信頼度も薄いものもある。しかしガス湧出、湧水がみられたものが 30 坑井程度存在する。この記載を層位的に整理することはガスのあり場所に対する一つの指針となると思われる。これを整理し図化したのが第 34 図である。ただしこの整理は、一坑井で 2 層準以上認められたものについては、それぞれを一層準として取り扱っている。

図から見られるように、ガスおよび水の湧出した場所は、層位的には舌辛層中部泥岩帯から白堊紀層の間にわたって記録されており、特に舌辛層下部砂岩頁岩帯・雄別層・天寧層に割合顕著な数値を示している。各層について見ると舌辛層下部砂岩頁岩帯・天寧層は特定層準に多いということではなく、雄別層は過半数が上部に見られていることは注目されなければならない。

また柴田勇⁵⁾によつてもこれら試すいの資料が整理され、ガス・水の湧出する層準は舌辛層から春採層にわたる四百数十 m の層間に 10 以上認められ、大多数は砂岩または砂岩の優勢な互層であるが、最も有力な含ガス層は雄別層の上部にあるとされている。

このように試すいの記録からは雄別層上部が含ガス層として注目されるが、この層準はやや滲透率が大き



第 34 図 探炭試すいにおいてガス・水の湧出のみられた例数と層位との関係
Relationship of geologic horizons and outflows of gas and water from test wells for coal seams

いと考えられるところにあたり、構造的条件との組合せでこのようなことが説明できそうである。

なお詳細に含ガス層の層準をみると、それらは①舌辛層下部砂岩頁岩帯上部の砂岩層部分、②雄別層最上部の砂岩層部分、③天寧層の礫岩層部分、④春採層の庶路炭下層下部の砂岩層、に大きく分けられる。

さらにガス・水の湧出が見られた探炭試すいを地質構造的に見ればドーム構造の頂部に掘さくされたもの、試すいが断層を貫通するか、または付近に断層が存在するようなものがそのほとんどである。

昭和 33 年 (1958) 8 月頃におけるガス湧出状況は次のようである。

排気中の CH_4 量 $25,704\text{m}^3/\text{day}$

出炭トン当り CH_4 量	74.7 m^3
ガス湧出の内わけ	
採炭のため	2.83 m^3/min
私跡	5.11 "
沿層坑道掘進	1.56 "
維持坑道その他	12.65 "

なお、昭和 32 年秋の春採本層下盤からの大出水に伴なり CH_4 量変化を調査してみたが、坑内通気にまじった CH_4 はきわめて少なく、二卸水平部の 4 号試すい下半によるガス水比の観測値とよく対応することが

わかった。すなわち、-430m 水準で、しかも 20 気圧以上の水圧を保持し、水質的^{注11)1)27)}にも一応よく地上から密閉された水塊を保持すると考えられる春採本層下の高圧出水層のガス水比は、おおむね 1:10 前後であることが確実となった。

さて直接採炭のために出されるガスは、どの位かを調べてみると、昭和 33 年 8 月頃では、ガス量 45,302 m³、採炭量 23,290 トンで、採炭トン当りのガス量は 7.1m³ が得られている。さらに採炭の影響を受けた部分については、ロング・ウォール式採炭の影響を受けた上部の岩石からのガス量 143,385m³、採炭の影響を受けた上部炭量 37,700 トン、影響炭トン当りガス量 3.8m³ とされている。

さらに昭和 33 年 10 月の調査当時、総排出 CH₄ 量と総出炭量とを求めて、石炭が地下で持ちうる最大可能ガス量とこの CH₄ 量とを比較してみた。すなわち、海水準 -450m における石炭の受ける流体圧力を静水圧に等しいとして 50kg/cm² にみつもり、それが 100% CH₄ ガスによる圧力とみなし、仮りに CH₄ 保有可能量を Palvaler²⁶⁾ が求めた値 17.97cc/g を用いた。そのようにしてみると坑内から排出されるメタンガス量は、出炭される炭がもちうる CH₄ 量の約 3 倍になる。庶路炭は、亜瀝青炭であり、地下では湿気もち、圧力 50kg/cm² の CH₄ ガス 1 相と接触しているとする条件をもたないはずであるにかかわらず、そのような最高含ガス状況を与えて計算してもまだ排気 CH₄ の 3 分の 1 にしか達しない。このことは、いま採っている石炭が、現在における排気中の全 CH₄ 量を支えているのでない、との結論に到達させる。

庶路坑は本邦有数のガス山の性格を示し、かつては出炭トン当り 133.3m³ の CH₄ を産していた²⁶⁾。現在は約 75m³/ton であるが、もしも Palvaler の実験値をあてはめて、そのまま石炭だけからガスが出たとすると、対応圧力は

133m ³ /ton の時	100 気圧以上
75m ³ /ton の時	60 気圧

となり、圧力過大である。すなわち、採炭された石炭以外のところからくるガスがきわめて多いことが、このことでも推定できる。

先に、採炭切羽付近で出炭トン当り 7.1m³ の CH₄ が出るものとされているむね説明したが、Palvaler の値になおすと約 12kg/cm² の圧力に相当し、海水準 -430m 程度の炭層で平均 12kg/cm² 程度の圧力が示されることは一応期待できる。すなわち静水圧相当の圧力が初めにかかっていたとすれば、採炭時にはその 12/45、すなわち約 4 分の 1 の圧力がみられる計算になる。

庶路坑産の亜瀝青炭が包蔵していたガス量を測定した 2 例をここにあげる。この実験は第 22 表のような試料採取直後の条件で行なったものと、第 35 図に示されるように、採取後半年に行なったものがある。この場合は飽和食塩水によって満たした容器に発生するガス量を測定して 0°C、1 気圧に換算したもので、その食塩水は実測により次のような気体を溶存する。

昭和 33 年 10 月測定
標高 35m の庶路鉱業所
水温 16.5°C
条件 作つてから 24 時間以上放置した飽和食塩水
dis. N ₂ + Ar = 2.04cc/l
dis. O ₂ = 1.21cc/l

第 35 図をみると、時間対ガス放出曲線は皆相似形であり、試料採取直後の値は約 1cc/g であり、半年後は約 0.1cc/g と前の 1/10 の値である。この 1cc/g という数値は Palvaler の 2~3kg/cm² の圧力に相当するものであり、もしも先にふれたように、採炭切羽で平均 12 気圧のガス圧なら、その 20% 前後に相当する分が地上に石炭とともに送られる計算になろう。

注11) ソ連の研究者は (Cl-Na)/Mg を coefficient of metamorphism, Na/Cl を degree of freshening と呼んでいる。ともにより indicator と思われる。

第 22 表 石炭の包蔵ガス測定値

Content of gas occluded in coal

年 月 日	時 刻	気 温	放出ガス量 cc/6.5g	
			6~8 mesh	8~20 mesh
33—10—12	1120	23.0	2.72 (2.51)	1.94 (1.73)
〃	1220	22.0	2.90 (2.68)	2.20 (2.04)
〃	1320	21.0	3.11 (2.89)	2.41 (2.24)
〃	1430	21.5	3.20 (2.96)	2.63 (2.43)
〃	1540	20.0	3.33 (3.10)	2.67 (2.49)
〃	1700	23.5	3.53 (3.25)	2.92 (2.69)
13	0705	14.0	4.02 (3.83)	3.53 (3.36)
〃	1340	18.8	4.53 (4.24)	4.07 (3.80)
〃	1715	21.5	4.85 (4.49)	4.40 (4.07)
14	0905	20.0	5.22 (4.86)	4.75 (4.43)
〃	1410	19.0	5.40 (5.02)	4.98 (4.65)
〃	1600	21.8	5.60 (5.18)	5.21 (4.82)
15	0930	18.0	5.90 (5.56)	5.46 (5.12)
〃	1000	15.6	5.90 (5.58)	5.46 (5.16)
			このガス組成 O ₂ =0.0% CO ₂ =0.9% CH ₄ +N ₂ =99.1%	太字は 0°C 換算値

1) 33—10—11 14h15

—450m 二脚の採炭切羽から石炭の大塊をとり、直ちにリュックで地上へ。

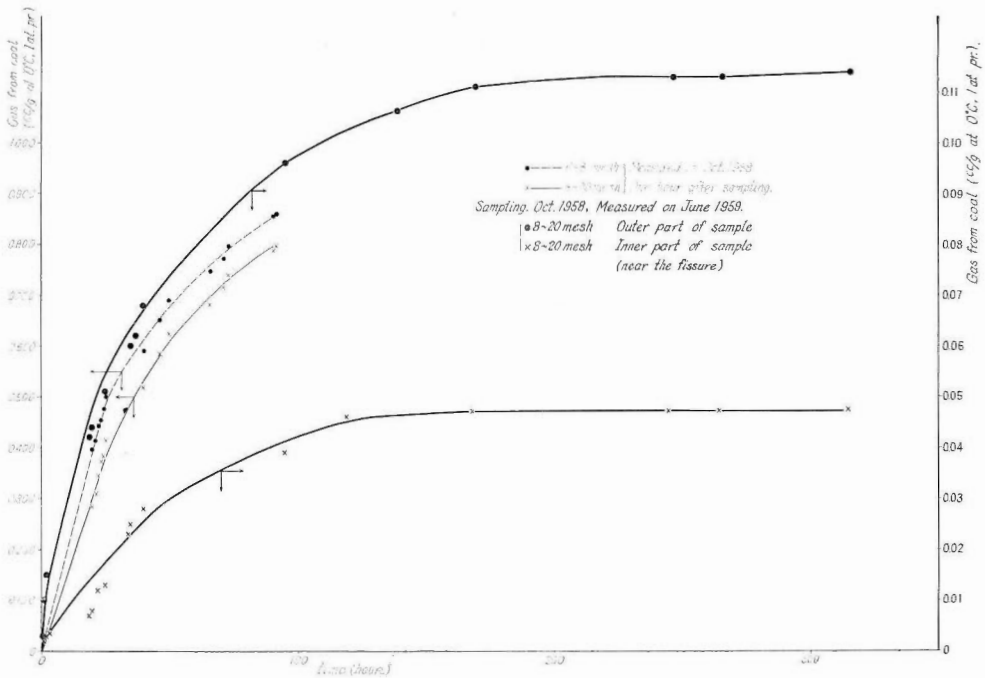
2) 15h30 ハンマーでくだき、水中溶存ガス測定装置のビュレットに飽和食塩水をつめて、測定した。

3) 石炭粉の大きさは a) 6~8 mesh, b) 8~20 mesh。

半年後の測定値では、石炭塊の真中部にかえてガスが少なかったが、これは割れ目によるガスの逸散と思われる。

石炭その他の岩石のガス包蔵力 (sorption capacity) としては、CH₄ に対して次のような数値がある²⁷⁾。

無 煙 炭	5.50~7.00 ml/g
瀝 青 炭	4.90 〃
シルト質粘土	0.276 〃
砂交り粘土	0.135 〃
石 灰 岩	0.10~0.13 〃
粘 土	0.074~0.220 〃
砂および砂岩	0.060~0.074 〃



第 35 図 庶路坑産亜瀝青炭の包蔵ガス
Escape of adsorption gas from crushed sub-bituminous coal

そしてこの数値は有機炭素の量に相関するとされている。

さて春採層の石炭は、第 1 表にみられるように、水分 4.5~5.5%、灰分 12~26%、揮発分 33~47%、固定炭素 34~36% 程度の炭質である。すなわち、有機炭素数%の炭質頁岩は、 CH_4 の sorption capacity でも石炭の 5~10 分の 1 程度は期待され、さらに浦幌層群の頁岩は平均約 1% の有機炭素をもつから石炭と岩石の比重も加味して考えれば単位体積当りのその能力は石炭の 20 分の 1 ほどにせまることも考えられる。このように、乾燥した地層に関する一般性から推定すると、当地域のガスのあり方は非常にむつかしい問題をはらんでいる。そしてこれを要約すれば次のようになると思われる。

① 坑内ガスは、石炭層以外から出るものが、その 2/3 以上を占める。炭層以外の地層が、 CH_4 を保有しあるいは通過させる能力は割合に大きそうであり、炭田ガス調査では炭層をガス保有の最も有力なものとするのももちろんであるが、炭層上下の地層に対する考慮も大いに必要とする。

② 雄別層上半の砂岩層はガスを産出する。地上でみられるものでは、 $\text{Cl}^- \approx 2,500 \text{mg/l}$ の水を伴ない、坑口ガス水比 10:1 程度である。

③ 春採下層下位約 20m の含水層は、ガス水比 1:10 程度で深度は 450m 位である。すなわち、その溶存しうる CH_4 量の 1/10 程度しか保有しない。

④ 西卸は、二卸よりも出水が少なく、坑道による坑内流体圧力の低下に原因する、移動し易い希はくなガス（圧力の低い意味で、 $\text{CH}_4\%$ の小さいことでない）の貯溜が期待できそうである。坑内排気中のメタンガスは、かえって西卸に多い傾向がある。

⑤ ガスは雄別層から春採本層までの層準に多く存在するものと思われる。地下 100~150m までは、天水の浸入があるのでそのガス量は少ない。春採本層下位も二卸ではガスが少ない。したがって、その間の層準をガス鉱床の面から検討すると同時に、西卸地区についての検討が望まれる。注意すべきは圧力低下の

無い地層の水圧とガス水比の測定値が得られていないことである。

なおここに、ソ連の Donbas 中部地域の例を説明しよう²⁷⁾。ここではガスは深度 500~700m までは $\text{CO}_2 + \text{N}_2$ を主成分とし、1,000~1,200m が CH_4 を含みはじめる深さであり、それ以深は CH_4 を主成分とする。1,000m 位までは約 $0.7\text{m}^3/\text{ton}$ のガスを含み、それ以下は急に量をまして 1,400m 位では $2\text{m}^3/\text{ton}$ に達する。しかしその量は、わが国のそれに較べてはるかに少ないことがわかるし、またその量に対応してガス質が 1,000~1,200m まで $\text{CO}_2 + \text{N}_2$ であるなど、非常に参考になるものを含んでいる。

VIII. 2 地下水の問題

当地域の地下水は層位・水質・産状などから大きく 3 つに分けられる。すなわち、①春採本層下位の $\text{Cl}^- = 5\sim 8\text{g/l}$, $\text{Ca}^{2+} > 1\text{g/l}$, かつ含ガス量の少ない水で pH 値は中性に近いものを示し、外国でいわれる CaCl_2 型の水である。②春採本層から上位の舌辛層までの地下水で、 Ca^{2+} は 1g/l 以下でややアルカリ性であり、いわゆる NaHCO_3 , Na_2CO_3 型に近い性質のもの。③天水。である。

このうちの①は諸外国ではよく地上と遮断された型の水質であると一般に信じられており、この度の調査でもそのように考えてさしつかえなく、海水起源地下水の変質の究極生成物と考えてもさしきわりのない。そしてこのような地下水が、推定堆積環境が淡水域である春採本層下位に存在するところに問題があり、しかも水質が層位的に石炭層をもってきわめて鮮明に変わることは重大である。この水は坑内に 200 万 kl 以上の大量出水をもたらし、ガスを多量に持たない。

②の水は明らかにガスをもつものである。そして水質とその水を包蔵する地層の堆積環境とも割合よく対応する。

③の水は常にガス鉱床破壊の方向へ働く。そしてそれは Cl^- の少ないことで、よく判断される。間隙水と遊離地下水の Cl^- 差がよくこのことを示す。

地下水の圧力に関する資料はなかなか得にくいものであるが、試すい中の出水状況³⁰⁾ などからすると、一般地下水ははじめは静水圧対応の圧力をもっているようにみうけられる。そして、坑道の展開につれての排水、排気によつて、坑道周辺の流体圧を減少しているようである。処女地帯における水圧とガス水比の資料はぜひほしいものである。

なお、水圧を考えるためにも参考になる岩石孔隙中の液体飽和率についての測定結果は次のようであるが測定精度が悪いので、おおむね飽和と考えてよさそうである程度のことしかわからない。

密封試料含水率 (wt %)	試料を 1 週間水につけた時の含水率 (wt %)	位	置	岩相
7.04	9.13	Loc. No. 1008	本岐一連500m	泥岩
5.38	8.53	"	"	"
3.86	4.50	Loc. No. 1118	二卸ベルト坑道	"
4.72	4.23	Loc. No. 1119		石炭

なお、通気による水分の坑外排出量は、約 30kl/day と概算されて、決して無視できない量である。

この地下水のあり方は、後に述べる鉱床型態、採ガス法、鉱床の成因に関連しての調査法などに深い関係を示すものである。

VIII. 3 ガス賦存量

炭鉱ガスとしてのガス量は、出炭トン当りの排気メタン量と、可採炭量をかけ合わせることで一応の目安

は得られる。そして炭層ガスはその中の若干を占るものである。

昭和33年度においては

石炭層（あるいは切羽）のガス	7.1m ³ /ton
炭鉱ガス	75 //

ということになり、これから庶路坑は月産約1万トンとされているので、ガス産出量ひいては賦存量の大略はうかがえる。

深度別・岩相別・地区別などの CH₄ 含有量がつかめてないので、ガス賦存量についてはこれ以上ふれることができない。

VIII. 4 採ガスについて

ガスのあり方がわからない点が多いので、どのような条件を与えたら、どのようなガスがどの程度得られるかの判断はむづかしい。ただ、4号試すいやその他の産ガス坑井をみると、地下水がガスの湧出を邪魔していることは事実である。したがって、坑外試すいによる採ガスは、地質構造の特異点を選んで坑井位置を決定し、採ガスには坑井内の水位を下げる手段を講ずべきである。将来石炭採掘を行なう予定のところでは、あらかじめ坑外から CH₄ 濃度の高い天然ガスを抜くことによつて、坑内湧出ガスを通気でうすめる手数がはぶける。したがって、このような意義をもつ坑外試すいの検討は大切なものと思われる。

採ガスで次に問題になるのは、坑内の採炭に伴なう“ガス抜”である。切羽で 7m³/ton すなわち-430m 位で 12kg/cm² ほどのガス圧が予想されるなら、充分にこのことを考慮にいれてみるべきと思われる。

払跡のガス抜は、出水の少ない西卸地区などでは充分検討されるべきものであろう。それは、西卸出水部のように (Loc. No. 1011) Cl⁻ の少ない水で、しかも海水準 -170m 程度にある湧水でも、充分に 40cc/l 程度の CH₄+N₂ を溶存し、遊離ガスをもっているから、西卸のような地下水の移動の少ないところの払跡では、充分検討の余地がある。

維持坑道などから CH₄ の出る量は、すでにふれたように莫大である。すなわち、石炭層以外の、一見乾いた坑道の壁から多量のガスが湧出するのは、無視できない。払跡に除々に集まるガスは、もしそこ、すなわち古洞が水で充たされなければ、相当多量になろう。それは岩石からメタンガスが逸出する速度の小さいことなどの理由で当然考えられる。古洞が大きい場合は、その低い位置から水を地上へ取り出し、高所からガスを地上へ抜く方法も検討されよう。このようにしてどの程度の採ガスが可能かは、ガスの地下における賦存状態と、古洞の物理的条件で決まるとと思われる。

IX. 将来の研究と調査の問題点

IX. 1 鉱床の成因に関連して

鉱床の成因を考えるには、鉱床の現況をよく知らなくてはならない。そのことを明らかにするための観測手段をととのえることは、現在最も大切なことである。このことについては、以下に順次説明をするが、ここには鉱床成因の問題点についてまず述べる。

1. ガス生成根源について

有機物中の炭素が CH₄ をつくり、それが炭田ガスの主成分であることは、その論議の出発点である。石炭化作用では CH₄ とともに著量の CO₂ が出されるが、庶路のガスには CO₂ がほとんどない。これは CO₂ がガス中から除去されたためであろう。石炭は最も多くの有機炭素をもつが、すでに述べたようにその量は 34~36%であり、頁岩の平均値は約1%であるから、岩石中の org.C 量としては、比重も考慮して、その含有は石炭20対頁岩1位の割合になる。もしも、org.C 量がそのまま CH₄ 発生能力と対応するものとすれば、石炭の層厚 1m は、およそ 20m の頁岩と同等の CH₄ 源としての能力をもつにすぎないことにな

る。すなわち、泥質の岩石をガス生成の根源層として決してなおざりにすることはできないことがわかる。

地質の項に述べたような、岩質別構成を、この地域の夾炭層が示しているの、仮りに根源層としての weight を概算してみると次のようになる (層厚m × $\frac{\text{coal}=20}{\text{shale}=1}$)。

	尺別層	雄別層	春採層	天寧層	計
頁岩	14.8	35.7	71.8	3.3	125.6
石炭 (炭質頁岩を含む)	103	45.8	123	1.8	273.6

これに舌辛層の頁岩約 200 を加えると、合計は頁岩が約 325、石炭が 273 であり、org.C 量は石炭と頁岩でほぼ等量となる。

ただし、有機物の質が岩相別に異なることは、すでに述べたとおりである。

2. ガスの生成時期について

有機物の分解変質が徐々にではあるが地質学的に現世でも行なわれていることは、植物→亜炭→瀝青炭→無煙炭などの一連の炭化作用を認める限り、これを認めなければならない。そして、生成したガスは直ちに移動を開始しなければならない。

CH₄ の拡散係数は²⁷⁾

水中で 2.2×10^{-5} cm²/sec

Hexan の拡散係数は、

水中で 2.1×10^{-5} cm²/sec

粘土 (水分 26~28%) 1.55×10^{-6} cm²/sec

粘土と石英砂 1:1 1.2×10^{-6} cm²/sec

であって、地下における拡散による CH₄ の移動は、普通の条件では大きな速度ではない。しかし古第三紀層は堆積してからの絶対年代が大よそ 2,000 万~5,000 万年程度とされているので $n \times 10^3$ m ほどのガスの移動は起こりうる。したがって、ガスの生成が、古い年代に急激であったならば、ガスは水溶性的な深度 (圧力) 対応の存在を示すべきである。そして、ガスの濃度差があれば、春採本層の下位の含水層にも、それ相応のガスを溶存すべきである。

しかるに、本層下位の水はガス水比 1:10 であり (計算値の 1/10)、本層の石炭は $12/45=0.26$ とされていて、両者の間のガスの含有度合には約 3 倍のひらきがある。この場合のガス水比は、まず間違いない数値であるので、今後は炭層のガス圧を測るべきであるが、もし、この数値のとおりとすれば、現在相当な早さで春採本層付近におけるガスの生成を仮定しなくてはならない。しかし第四紀層のガス鉱床に較べてそれにはあまりにもガス中の CO₂ が少なすぎるように思えてならない点もある。

ガスの生成、地下水の移動、ガスの移動の問題は、鉱床成因を背景として、ガス鉱床の地球化学的調査の限界を知るための重要な点である。

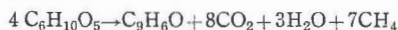
3. 生成ガス量

植物質が分解して CH₄ が出る時には、同時に CO₂ が出る。この CO₂ が前項でもふれたようにガスから除去されて、炭酸塩鉱物として地層中に固定されるとすると、無機炭素量を定量することによって、これに対応して発生された CH₄ 量が推定されるはずである^{注12)}。実際には、inorg.C は泥質岩に少なく、ほとんど砂岩にあつまることはすでに述べたとおりである。inorg.C の分析値は少ないが、日安として 0.5% をとり、会社資料によって砂岩を雄別層 47m、春採層 42m 計約 90m とすれば、平均比重 2.2 として、この厚さで 1 cm² の岩柱には

$$90 \times 100 \times 2.2 \times 0.005 \text{ (g)} = 99 \text{g}$$

注12) 名古屋大学の中井信之は、水溶性ガス鉱床では $\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$ の反応のあることを、炭素の安定同位元素から推定している (私信 1960)。これらの一部に関連しては文献 45 を参照のこと。

の inorg. C が存在する。この量は現存する org. C の (春採・雄別両層) の約 $\frac{1}{6}$ に当る多量のものである。もし反応式として



の方程式を用いると、99g の inorg. C すなわち 360g の CO_2 は、65g の CH_4 に対応する。すなわち、99g の inorg. C は 264l の CH_4 に対応する。結局はじめ inorg. C=0 とすれば 1m^2 あたり 264m^3 の CH_4 が発生したことになり、 1km^2 当たりだと $2.64 \times 10^8\text{m}^3$ である。

ガスの生成量と逸散量は、Ar と N_2 の比率から求めた場合 (本島, 地質調報, 183号, 1958) もあるが、将来の課題である注13)。

なお、以上に述べた事項は炭素の安定同位元素の研究で発展される可能性がある⁴⁵⁾。 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ の存在比の研究から、地球上の org. C は 10^{18}g であると見積られたなどは³⁴⁾、そのよい例である。

細かく地層をみた場合には、通常 org. C の多い層はガスの発生量が多く、同一量の org. C を含んでいる地層なら、下位ほど Time, Press., Temp. が大きいから生成ガス量が大きいはずである。

IX. 2 化学的問題点

天然ガスの組成を詳細につかみ、成因と結びつけた研究が必要である。例えば、圧力とガス質、人為的物理条件の変化に対する化学組成変化、地下水の本来の性質などである。ガス質には注14)47), Ar, He, N_2 , CO, C_2H_6 , C_3H_8 , H_2 などが特に重要で、よく量と対応させなければならず、時に絶対年代も考慮の要がある。

岩石とガスのつき方は非常に大切で、この場合には流体が液体、気体双方の存在下の資料を必要とする。初生環境を出すため、岩石を同位元素まで含めて化学的に調査することの重要さは、今後益々加わるであろう。

岩石と水との化学反応も重要で、地下水の2型としてのアルカリ性の水と CaCl_2 性の水の成因を究める必要がある⁴⁷⁾。地下水の変成作用による endmember の研究もこれらに関連する。

さらに、地下水中の溶解有機物、ナフテン酸²⁰⁾²⁷⁾、螢光物質の問題や、地下水の酸化還元電位^{注15)}、石油鉱床におけるように、Ra, U の分布も求めれば参考になる¹⁾²⁷⁾⁴⁷⁾。

この地域の春採層で炭層の上下で水質の不連続の起こることは全く意外であつた。この不連続がまた、ガスの賦存度の不連続にも対応するらしいので、非常に注目される。

的確な地球化学的資料をうるために、調査手段を選び、器具を改良することは、急を要する点である。

IX. 3 物理的問題点

液体の飽和状況を知ることは最も大切である。ガス層のもつ圧力を知ることは、メタンガス1相の場合に限って、温度がわかるとその空間における CH_4 の密度を直接あらわす。しかし、ガスと水の2相がある時には、必ずしも流体圧が、ガスの存在量を示さない。

私達が最も欲しいのは、含水層があつた時にその示す水圧が地表からの深度と関連してわかることであり、さらにその場合の水質、水温、全ガス質とガス水比がわかることである。大島鉱業所ではガス層が静水圧程度の圧力を示すといわれている⁴⁴⁾。そして、含水層中の CH_4 分圧と、これに近いところにある石炭、有機質岩石などがもつ CH_4 の圧力が、どんな関係にあるかが欲しいのである。

油田における電気検層の技術を活用すれば、炭田ガスに関する非常に多くのものが明らかになると思われる。

注13) 石油とガスの生成・埋蔵条件をソ連では Ar, He で探知している。(1958)

注14) 水質型, He/Ar を重視して探産に結びつけている。

注15) ソ連では +550~-480mV が観測されている。

ГЕОХИМИЯ (3), p. 259~265, 1959

炭田における圧力分布、流体の分布とその種類、ガス水比分布などを知るための物理的手段の導入がのぞまれる。なお圧力変動と人為的工事の関係も求められるべき項目である。

二卸大出水の出水機構の調査はこの点きわめて大切である。

地層岩石の粒度分析も、化学的資料を利用するうえにきわめて重要になつてきた。

IX. 4 地質的問題点

時間に対応させてよくガス鉱床を調査する問題がある。地質時代とガス質、ガス量、炭化（有機物の変化）度、岩石の性質や含水状況、深度とガス量などに大きな問題があり、さらに地質構造とガスのあり方は大きな問題である。

ガス鉱床における **cap rock** の検討も大切である。**cap rock** はガス、特に遊離ガスの地上への逸散をさまざまにげほか、天水の地下への浸入を防ぐ働きをする。また流体圧の著しい不連続もつくり出す。**cap rock** は物理的・化学的・地質的に規定できるものと思われる。

歴史科学としての地質学の面を十分に活用して、鉱床の成立から破壊に通ずる追求をしたいものである。これらのための一つの調査の焦点である、地層の堆積環境を知ること、すなわち鉱床成立の初生環境を地質学的に、求めることはきわめて大切である。

さらに鉱床の岩石学的検討を必要とする^{注16)62)}。水成岩の岩石そのものの研究は、日本ではきわめておこなわれているものの一つである。

物理的・化学的その他の調査方法に筋を通してこれを総括発展させるのに最も必要なのは地質の知識である。地質学を中核とした、地球科学的方法を駆使して、炭田ガスの調査技術・開発技術を進展させようものと考えられる。

X. 結 言

この度の調査では、既存の坑井、坑道などをそのまま用いて、炭田ガスを取り扱ったのであるが、物理的・化学的・地質的方法を用いていろいろと明らかになった点がある。しかし、この方法によっては、把握できる炭田ガスの実態は表面的であって、数多くの問題が提起されてきた。そしてこの問題点の多くは、坑内・坑外からする試すいによって解決される性質のものである。この点、今後の炭田ガス調査には、できる限り試すい現場について資料をとるようにすることが大切であり、しかもその調査対象地区としては、炭田としての処女地域におけるものをまず必要とし、ついで炭鉱の開発に伴う地下状態の変化の期待できる地域におけるものが必要である。そしてこの間の人為的作業がもたらす鉱床の性状の変化から、今後の調査法や採ガス法がみ出されるものと思われる。

試すいなどに期待する具体的事項はさしあたり次のものが考えられる。

- (1) 地下におけるガスの分布状態。
- (2) 地下水の圧力とその有するガス水比。
- (3) ガス保有能力の立体的分布状態と、ガスの現存状況との比較。
- (4) ある物理化学的条件を与えた時のガスと水の移動状況。
- (5) 岩石の液体飽和状況。
- (6) ガスの賦存状況と、間隙水水質、自由地下水水質との関連。水質とガス質との関連。
- (7) ガス質とガス保有状況との関連。
- (8) 鉱床成立の初生環境と、ガスおよび地下水、岩質の現状との比較検討による鉱床の地史的説明。

注16) この論文はリ連の著名なガスクロマトグラフィーの研究者によるもので、ガス質と岩相のことにふれていて、砂質岩のガスには重炭化水素類がないという。

さてここに、ガス田の調査研究の主眼になるガス量、ガス質、賦存状況に関してもう一度総括してみよう。

ガス量を知るには、ガス1相で地下の地層中に存在する時は、圧力を測定すればよい。ただ有機岩はガス吸着能が大きいため、ガス圧と乾燥岩石間のガス包蔵状態の調査が必要である。現場資料の多くは、取り出されたガス量と掘さくされた岩石量のものしかないから、圧力は実験値から逆算になることが多い。

ガス質は、地上からの試すいあるいは、坑内の試すいからのガス分析値で推定する。炭田ガスにCO₂が少ないのは、成因の立場からはもちろん、ガス量、採ガスに関連をもつ大切な点である。酸化生成のガスが混合する割合が一般に大きいので試料採取には十分な注意がいる。

賦存状況には問題が多い。まず流体（液体と気体）のあり方を調べるために、移動可能な地下水の地球化学的性質によるある空間の閉塞される割合を推定し、それによつて水理地質の特徴をよみとる。地下水の動きは、地層の初生環境と現在の地下水水質によつてある程度推定可能であり、このことと関連させたガス移動の考察ができる注17)。地下水は坑内で変質するから、試料採取と資料の解析に充分注意が要る。本来炭田ガスは地下水と共存していた形跡があるので、石炭などの有機岩や地下水の保有能力に対するガスの現存量を比較することが大切である。庶路炭鉱では地表下200mまでは天水の浸入が強くてガスも少ない。また二卸の450m以深にはガスの少ないよく閉塞された水層があり、その中間深度で移動性地下水の目立つて少ない西卸の構造上の適所に、採炭による流体圧減少によつて二次的移動性ガスの貯溜部の形成が期待できる。

以上の項目を念頭において、これらを明らかにするための調査方法の検討、器材の整備などを行なえば、炭田ガスに関する科学・技術を進歩させようものとする。

文 献

- 1) Alekseev, F. A., Ermakov, V. I. & Filonov, V. A. : Radioactive Elements in Oil Field Waters, *Geokhimiya*, No. 7, 1958 (英訳)
- 2) 荒川 透: 常磐炭田における天然ガスについて, 東部炭鉱技術, No. 20, 1956
- 3) 荒川 透: 常磐炭礦磐城鉱業所における最近の坑内水調査について, 日本鉱業会誌, Vol. 75, No. 855, 1959
- 4) 荒木春視: 北海道雄別炭田夾炭層中の粘土(その1), 資源科学研究所集報, No. 32号, 1953
- 5) 荒木春視: 坑内ガスの研究(I)——新鮮な石炭から放出されるガスについて——, 九州鉱山学会誌, Vol. 26, No. 12, 1958
- 6) 荒木春視: 坑内ガスの研究(II)——石炭層におけるガスの存在状態について(1)——, 九州鉱山学会誌, Vol. 27, No. 10, 1959
- 7) 荒木春視: 坑内ガスの研究(III)——石炭層におけるガスの存在状態について(2)——, 九州鉱山学会誌, Vol. 27, No. 11, 1959
- 8) 荒木春視: 坑内ガスの研究(IV)——石炭層におけるガスの存在状態について(3)——, 九州鉱山学会誌, Vol. 27, No. 12, 1959
- 9) Boswell, P. G. H. : On the Mineralogy of Sedimentary Rocks, Thomas Murby & Co., 1933
- 10) Burton, J. D., Culkin, F. & Riley, J. P. : Abundance of Gallium and Germanium in Terrestrial Materials, *Geochim. et Cosmochim. Acta*, Vol. 16, p. 151~180, 1959
- 11) 地質調査所編: 日本鉱産誌, 総論, p. 136~149, 1959
- 12) Clayton, R. N. & Degens, E. T. : Use of Carbon-isotope Analyses of Carbonates for Differentiating Fresh-water and Marine Sediments, *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists*,

注17) ソ連でいわれている paleohydrogeology あるいは paleohydrogeochemistry の概念の導入は、きわめて有効であると思われる。
A. I. Perel'man, 二次変質作用 (Katagenese), 小西善次訳, 地質調月報, Vol. 11, No. 2, 1960 参照。

- Vol. 43, p. 890~895, 1959
- 13) Degens, E. T., Williams, E. G. & Keith, M. L. : Environmental Studies of Carboniferous Sediments, I, Geochemical criteria for differentiating marine and fresh-water shales, Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, Vol. 41, 1957
 - 14) Degens, E. T., Williams, E. G. & Keith, M. L. : Environmental Studies of Carboniferous Sediments, II, Application of geochemical criteria, Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, Vol. 42, 1958
 - 15) Degens, E. T. : Geochemische Untersuchungen zur Faziesbestimmung in Ruhr-Karbon, Glückauf, Vol. 94, 1958
 - 16) Degens, E. T. : Die Diagenese und ihre Auswirkungen auf dem Chemismus von Sedimenten, Neues Jahrb. Geol. u. Paläontol. Montsh., 1959, 2, p. 72~84, 1959
 - 17) 江口元起外9名：常磐地区天然ガス調査報告，昭和31年度東北地方天然ガス利用開発調査報告書，石油技術協会，1958
 - 18) Ernst, W., Krejci-Graf, K. & Werner, H. : Parallelisierung von Leithorizonten im Ruhr-karbon mit Hilfe des Bor-Gehaltes, Geochim. et Cosmochim. Acta, Vol. 14, 1958
 - 19) Gerasimovskii, V. I. : Meeting on the 95th Anniversary of the Birth of V. I. Vernadskii, Geokhimiya, No. 3, 1958 (英訳)
 - 20) Getseu, V. V. : Occurrence of Naphthenic Acids in the Water of the Dagestan Oil Fields, Geol. Nefti i Gaza, Vol. 3, No. 11, p. 38~44, 1959
 - 21) Grim, R. E. : Clay Mineralogy, McGraw, 1953
 - 22) Hampel, C. E. editor : Rare Metals Handbook, Reinhold Publishing Corporation, 1954
 - 23) 生沼 郁・小林和夫：海底土の鉱物学的研究，水路要報，No. 54, p. 8~38, 1957
 - 24) 岩崎岩次：地球化学概説，大日本図書，1953
 - 25) 上島 宏：北海道石狩炭田夕張地区石炭層ガス予察報告，地質調査所月報，Vol. 6, No. 8, 1955
 - 26) 金原均二・本島公司・石和田靖章：天然ガス——調査と資源——，朝倉書店，1958
 - 27) Kartsev, A. A., Tabasaranskii, Z. A., Subbota, M. I. & Mogilevskii, G. A. : Geochemical Methods of Prospecting and Exploration for Petroleum and Natural Gas, Moskva, 1954, English Translation Edited by Witherspoon, P. A. and Romey, W. D., Univ. of California Press., 1959
 - 28) 香取良一：炭田ガスの利用について，石炭利用技術会議提出論文，D/17, p. D89~92, 1959
 - 29) Keith, M. L. & Degens, E. T. : Geochemical Indicators of Marine and Fresh-Water Sediments, Researches in Geochemistry, John Wiley & Sons, p. 38~61, 1951
 - 30) 小溝精二・佐伯博藏：炭砒におけるガス抜の現状，石炭利用技術会議提出論文，B/11, p. B 77 ~ 85, 1959
 - 31) Krasintseva, V. V. & Shishikina, O. V. : Problems of the Distribution of Boron in Marine Sediments, Doklady Akad. Nauk. S. S. S. R., 128, p. 815~817, 1959
 - 32) Krauskopf, K. B. : Sedimentary Deposits of Rare Metals, Econ. Geol., 50th Anniv. Vol., Pt. I, p. 411~463, 1956
 - 33) Krumbein, W. C. & Garrels, R. M. : Origin and Classification of Chemical Sediments in Terms of pH and Oxidation-reduction Potentials, Jour. of Sed. Petrology, Vol. 60, No. 1, p. 1~33, 1952
 - 34) Mason, B. H. : Principles of Geochemistry, Wiley, 1952
 - 35) 松本敬信外2名：ガスクロマトグラフによる坑内ガスの分析，日本鉱業会誌，Vol. 75, No. 850, 1959

- 36) 三上喜康：庶路炭砒における坑内水について，日本鉱業会誌，Vol. 75, No. 855, 1959
- 37) 本島公司：秋田県黒川油田 R144 号コアー試験について，石油技術協会誌，Vol. 20, No. 4, 1955
- 38) 本島公司：野尻湖畔ガス試掘井コアー試験，石油技術協会誌，Vol. 20, No. 5, 1955
- 39) 本島公司外 4 名：長野県岡谷市天然ガス試掘井調査報告，地質調査所月報，Vol. 6, No. 7, 1955
- 40) 本島公司・牧野登喜雄・牧真一：北海道石狩炭田夕張 地区炭田ガス予察報告，地質調査所月報，Vol. 10, No. 2, 1959
- 41) 本島公司・牧野登喜男：炭田ガス研究調査報告——常磐炭田北部地区の天然ガスについて——，地質調査所月報，Vol. 10, No. 6, 1959
- 42) 日本化学会編：実験化学講座 14，地球化学，丸善，1958
- 43) 日本石炭協会北海道支部：釧路炭田，北海道炭田誌第 2 号，1953
- 44) 野島通彦・小門純一：大島鉱業所の埋蔵ガス量とガス抜きとについて，石炭利用技術会議提出論文，B/12, p. B 86~91, 1959
- 45) 小穴進也：安定炭素同位体の地球化学，化学と工業，Vol. 13, No. 4, 1960
- 46) Powers, M. C. : Adjustment of Land Derived Clays to the Marine Environment, Jour. Sed. Petrology, Vol. 27, No. 4, p. 355~372, 1957
- 47) Rozin, A. A. & Nikonova, V. F. : Underground Waters and Dissolved Gases, Naphtha-bearing and Gas Bearing, I, Underground waters and dissolved gases. Trudy Vesenoyuz. Neft. Nauch.—Issledovatel. Geolograzvedoch. Inst. No. 114, p. 212~237, 1958
- 48) 佐藤 進：太平洋炭砒における切羽出水に関する研究，第 1 報，日本鉱業会誌，Vol. 73, No. 827, 1957
- 49) 佐藤 進：太平洋炭砒における切羽出水に関する研究，第 2 報，日本鉱業会誌，Vol. 75, No. 851, 1959
- 50) 佐藤 進：太平洋炭砒における坑内水探査，日本鉱業会誌，Vol. 75, No. 855, 1959
- 51) 瀬野錦蔵・中村久由・荒川透：常磐炭田坑内水の性状について，石炭利用技術会議提出論文，B/14, p. B 96~100, 1959
- 52) 柴田 勇：北海道白糠地方の炭田ガス，北海道炭砒技術，1957
- 53) 重富三東，加納莊介：大夕張炭砒におけるメタノールの製造，石炭利用技術会議提出論文，D/18, p. D93~97, 1959
- 54) 須貝貫二・佐々木実・永田松三：わが国の炭田ガスについて，石炭利用技術会議提出論文，A/8, p. A45~54, 1959
- 55) 杉山徳三：炭田ガスの利用，石炭利用技術会議提出論文，D/16, p. D87~88, 1958
- 56) 鈴木好一：北海道雄別炭田夾炭層中の粘土（その 2），資源科学研究所彙報，No. 34, 1954
- 57) 鈴木泰輔：5 万分の 1 地質図幅白糠，および同説明書，北海道開発庁，1958
- 58) Stevenson, F. J. : Presence of Fixed Ammonium in Rocks, Science, 130, p. 221~222, 1959
- 59) Swarzenskii, W. V. : Determination of Chloride in Water from Core Samples, Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, Vol. 43, No. 8, 1959
- 60) 竹田秀蔵：天然ガス論議（主として炭田の天然ガスについて），炭砒技術，Vol. 12, No. 6, 1957
- 61) 太秦康光・西村雅吉・赤岩英夫：堆積岩中の塩素量（その 1），昭和 34 年度地球化学討論会講演要旨，p. 95~97, 1959
- 62) Veber, V. V. & Turkel'taub, N. M. : Gaseous Hydrocarbons in Recent Sediments, Geol. Nefti i Gaza, Vol. 2, No. 8, p. 39~44, 1958
- 63) Weaver, C. E. : Geological Interpretations of Argillaceous Sediments, I, Origin and significance of clay minerals in sedimentary rocks, Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, Vol. 42, 1958
- 64) Weaver, C. E. : A Discussion on the Origin of Clay Minerals in Sedimentary Rocks, Clays

and Clay Minerals, p. 159~173, 1959

- 65) Welte, D. H. : Geochemische Untersuchungen von Organischen Substanzen aus Oberkarbonischen Tonschiefern mariner und limnischer Fazies, Neues Jarb. Geol. u. Palä. Montsh. 1959, 2号, p. 84~89, 1959
- 66) 山崎豊彦 : 本邦炭層中のガス排出に関する研究, 日本鉱業会誌, Vol. 73, No. 851, 1959

On Coal Field Gas from Shoro District, Hokkaido

By

Kōji Motojima, Shin'ichi Maki, Tokio Makino,
Shirō Itō & Ken Shibata

Abstract

Sedimentary rocks, ground waters and coal field gases of Shoro district, Kushiro coal field were investigated by geological, chemical and physical methods, and the following facts were revealed.

- 1) Chemical character of mine water changes greatly with the progress of mining. Chemical components such as Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , I^- , B, as well as components related to mine gas, are particularly subjected to this change of chemical characters, and so character of mine water does not always represent that of formation water.
- 2) Gas composition changes also with the progress of mining, and the content of H_2 , N_2 , Ar, O_2 , CO_2 , CO changes strikingly by the effect of atmosphere.
- 3) Underground rocks, when fresh, seem to be saturated with water.
- 4) The gas-water ratio of formation water beneath the coal seam, which has about the same hydrostatic pressure as that estimated from its depth, is far under the saturation value.
- 5) Character of ground water shows a distinct discontinuity locally and stratigraphically.
- 6) Water content in air exhausted from underground openings amounts to about 30 kl/day.
- 7) The amount of methane gas exhausted from the mine is about three times more than the estimated maximum amount which can be calculated from the gas content of coal.
- 8) Content of major elements, relative content of minor elements, and composition of clay minerals in shales may be good indicators for estimating the sedimentary environments.
- 9) Sulfide minerals are rarely found in shales of this district. And that presents a striking contrast to the fact that they are often found abundantly in black shales of oil fields.
- 10) Chlorine content of ground water in some area is not the same as that of interstitial water of rocks there. Interstitial water of the strata upper than Yūbetsu formation has more chlorine than ground water, indicating the invasion of surface water into the strata. This discordance of chlorine content between two kinds of water has influence upon the gas reserves of the mine.
- 11) Gas is mainly contained in the strata up to about 200 m deep and down to Harutori coal seam. It is because at the shallow part, the ground water contains much surface water, and in the strata beneath the coal seam, ground water which has

small quantity of gas is well isolated from the surface.

- 12) Gas is abundant in the portion capped by coal seams or upper shales. Production of gas seems to have relation to anticlines and faults. Permeability of coarse-grained rocks is not so large.
- 13) Ground water generally has an unfavorable influence upon gas production by boring.
- 14) The outside and inside of the inclined shaft are good passages for meteoric water.
- 15) Movable gas is abundant in the Nishioroshi area of the mine, where ground water is least movable.
- 16) Cracks opened to the surface lead ground water into the underground, and destroy the gas accumulation. In general, cracks opened downwards are favorable gas pools, but cracks which reach the strata beneath the Harutori coal seam and are abundant in water, are not favorable gas pools.
- 17) The considerable part of gas has been produced geologically in the recent time.
- 18) According to the mining data, the pressure of gas included in coal of 450 m level is estimated to be 12 kg/cm², therefore coal has about three times more amount of gas than the strata beneath the main coal seam, gas-amount of which is estimated by the gas-water ratio of 1:10.
- 19) Between the Shakubetsu and Harutori formations, the organic carbon content of coal is nearly equal to that of mudstone.
- 20) The amount of gases produced in Yubetsu and Harutori formations up to the present is estimated to be 2.5×10^8 m³/km².

地質調査所報告は1報文につき報告1冊を原則とし、その分類の便宜のために次のようにアルファベットによる略号を附ける。

- A. 地質およびその基礎科学に関するもの
 - a. 地質
 - b. 岩石・鉱物
 - c. 古生物
 - d. 火山・温泉
 - e. 地球物理
 - f. 地球化学
- B. 応用地質に関するもの
 - a. 鉱床
 - b. 石炭
 - c. 石油・天然ガス
 - d. 地下水
 - e. 農林地質・土木地質
 - f. 物理探鉱・化学探鉱および試錐
- C. その他
- D. 事業報告

As a general rule, each issue of the Report, Geological Survey of Japan will have one number, and for convenience's sake, the following classification according to the field of interest will be indicated on each Report.

- A. Geology & allied sciences
 - a. Geology
 - b. Petrology and Mineralogy
 - c. Paleontology
 - d. Volcanology and Hot spring
 - e. Geophysics
 - f. Geochemistry
- B. Applied geology
 - a. Ore deposits
 - b. Coal
 - c. Petroleum and Natural gas
 - d. Underground water
 - e. Agricultural geology
Engineering geology
 - f. Physical prospecting
Chemical prospecting & Boring
- C. Miscellaneous
- D. Annual Report of Progress

地質調査所報告

第 188 号

Sano, S. : On the distribution of gamma ray intensity due to natural radioactivity near the earth's surface, 1961

第 189 号

高橋 清・砂川一郎・大津秀夫：青森県尾太鉱山の硫化鉱物中の微量成分について，1961

第 190 号

地質調査所：日本におけるウランの産状 その 1，1961

第 191 号

Morikawa, R. & Isomi, H. : Studies of Permian fusulinids in the east of lake Biwa, central Japan, 1961

第 192 号

中村久由：本邦諸温泉の地質学的研究，1962

REPORT, GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

No. 188

Sano, S. : On the distribution of gamma ray intensity due to natural radioactivity near the earth's surface, 1961 (in English)

No. 189

Takahashi, K., Sunagawa, I. & Otsu, H. : Minor constituents in sulphide minerals from the Oppu mine, Aomori prefecture, 1961 (in Japanese with English abstract)

No. 190

Geological Survey of Japan : Natural occurrence of uranium in Japan Part 1, 1961 (in Japanese with English abstract)

No. 191

Morikawa, R. & Isomi, H. : Studies of Permian fusulinids in the east of lake Biwa, central Japan, 1961 (in English)

No. 192

Nakamura, H. : Report on the geological studies of hot springs in Japan, 1962 (in Japanese with English abstract)

北海道庶路地域の炭田ガスについて

本島公司・牧 真一・牧野登喜男・伊藤司郎・柴田 賢
地質調査所報告, No. 193, p. 1~80, 1962
35 illus., 22 tab.

日本の炭田ガス推定埋蔵量は約 7,000 億 m^3 でその調査法の確立が望まれる。庶路地域は地質と産ガス状況からこの目的にかなったフィールドであるので、昭和 32, 33 年に研究調査が行なわれた。炭坑内外における調査研究の他に、室内における物理・化学的実験を重視し、それらをガスを頂点にして地質的に総合した。新しく導入したものには、岩石の主成分と微量成分による堆積環境論、質量分析計によるガス分析、岩石の滲透率と孔隙率の測定、X線による粘土鉱物の検討、水成岩顕微鏡観察結果の利用などがある。ガスは天水の浸入を受けぬ 200m 以深で、かつ春採本層上位までの部分に最も多く存在する。

553.981 : 553.94 (524) : 543+552

Motojima, K.
Maki, S.
Makino, T.
Itō, S.
Shibata, K.

昭和37年8月15日印刷

昭和37年8月20日発行

工業技術院地質調査所

印刷者 稲 益 定

印刷所 東邦印刷工業株式会社

B. c. IX.

REPORT No. 193

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Katsu KANEKO, Director

ON COAL FIELD GAS FROM SHORO
DISTRICT, HOKKAIDO

By

Kōji Motojima

Shin'ichi Maki

Tokio Makino

Shirō Itō

Ken Shibata

GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Hisamoto-chō, Kawasaki-shi, Japan

1962

地質調報
Rept. Geol. Surv. J.
No. 193, 1962