

北海道釧路炭田釧路炭礦における炭田ガスの調査研究報告

佐々木 実* 永田 松三**

On the Study of the Coal Field Gas in the Kushiro Coal Mine, Kushiro Coal Field

by

Minoru Sasaki & Matsuzō Nagata

Abstract

In order to make clear the distribution of the coal field gas, the writers measured the pressures of gas in the coal seam by means of the bore hole, the flowing pressure and quantity of gas in the coal at the underground face of the Kushiro coal mine for about thirty-five days, from February to March, 1958.

As the results of survey, the following facts were cleared.

(1) The pressure of gas in the coal seam (Honsō) is 21kg/cm^2 , and that in the fissure of Honsō (main coal seam) is $1.5\sim 4.1\text{kg/cm}^2$.

(2) The quantity of gas in Honsō is $5.2\text{m}^3/\text{m}^3$; that in sandstone is $2.4\text{m}^3/\text{m}^3$, and in case of the pressure of gas is 21kg/cm^2 .

(3) The coal field gas is chiefly distributed in each coal seam and sandstone of the Harutori coal-bearing formation, and the quantity of gas in them is $82.4\text{m}^3/\text{m}^2$.

要 旨

筆者らは炭田ガスの賦存状態を明らかにする目的で、昭和34年2月22日から3月28日までの35日間にわたって、釧路炭田釧路炭礦の坑内で、ガス圧、ガス湧出量の測定ならびに石炭・坑内水・ガスなどの試料採取を行なった。また室内作業として、ガスと水の分析および石炭・岩石の孔隙率と浸透率の測定ならびに石炭に対するメタンガスの圧入実験などを行なった。

今回の調査および実験結果を要約すれば次のとおりである。

- (1) 炭層裂か中のガス圧は $1.5\sim 4.1\text{kg/cm}^2$ である。
- (2) 石炭中のガス湧出量とガス湧出圧との関係から、炭層中のガス圧は 21kg/cm^2 と推定される。
- (3) 石炭に対するメタンガスの圧入実験などから、ガス圧 21kg/cm^2 における石炭中のガス量は $5.2\text{m}^3/\text{m}^3$ 、砂岩中のそれは $2.4\text{m}^3/\text{m}^3$ である。
- (4) メタンガスは主として下層・本層・上層・蛮岩付

層および上層と蛮岩付層間の砂岩層中に賦存しているものと考えられ、そのガス量は約 $82.4\text{m}^3/\text{m}^2$ である。

1. 緒 言

近年炭鉱においては、採炭および保安上から炭田ガスのガス抜きとその利用が盛んに行なわれるようになり、着々とその成果をあげつつある。しかしながらガスの賦存状態については、いまだ不明な点が非常に多い。

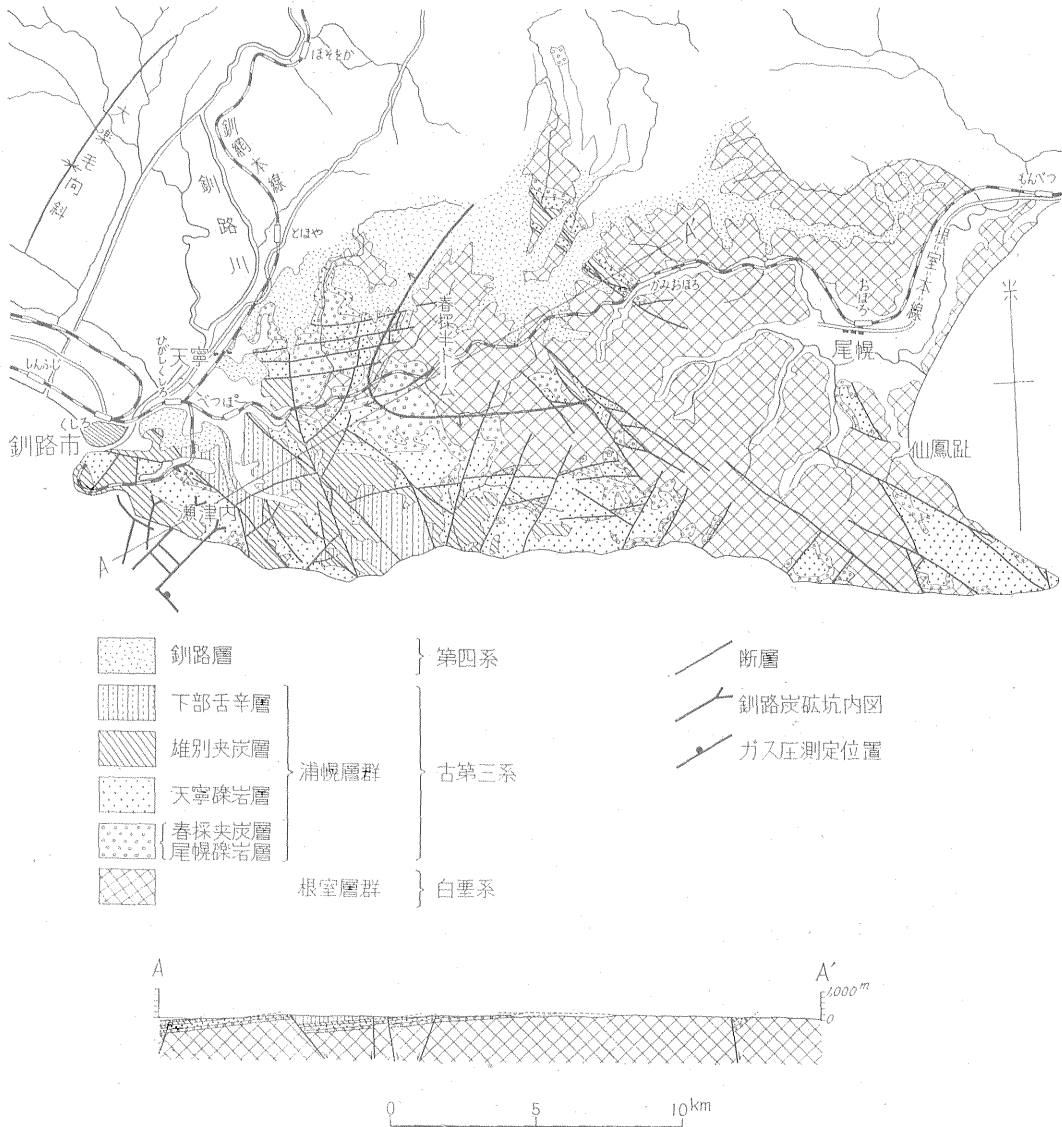
筆者らは炭田ガス調査・研究の一環として、比較的ガス量が多く、かつ地質構造の簡単な釧路炭礦をとりあげ、昭和34年2月22日から3月28日までの35日間にわたって、坑内でガス圧・ガス湧出量の測定ならびにガス・坑内水および石炭の試料採取を行なった。また室内作業としては石炭・岩石の孔隙率・浸透率の測定および石炭に対するメタンガスの圧入実験などを行なった。

本調査にあたって種々協力を賜った太平洋炭礦株式会社の関係各位に謝意を呈する。

2. 位置および交通

* 燃料部

** 技術部



第1図 鉦路炭田春採地区地質図 (日本鉱産誌 Va-1 による)

鉦路炭砒は鉦路市にあり、根室本線鉦路駅の南東方約2 kmにあたる。鉦路市から坑口近くを通るバス道路があり、交通は比較的便利である。

3. 地質および石炭

鉦路炭田春採地区を構成している地層は、下位から上部白堊紀の根室層群、これを不整合に覆う古第三紀の尾幌礫岩層・春採夾炭層・天寧礫岩層・雄別夾炭層および下部舌辛層、さらにこれらを不整合に覆う第四系である。

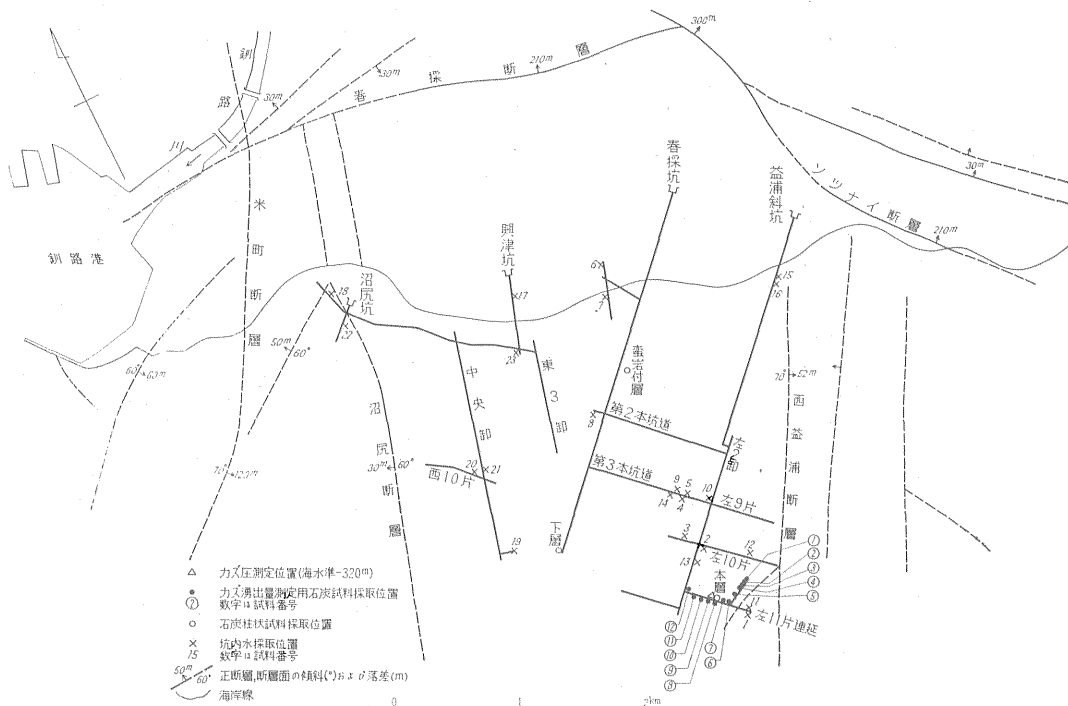
本地区の北～東半部には主として上部白堊系が、南～西半部には古第三系が分布している (第1図)。

各地層の層厚および岩質は第2図に記載されておりとおりである。

本地区は地質構造上大湊毛向斜帯と春採半ドーム帯とからなっている。両者の軸の方向はほぼNE—SWに近い。地層の傾斜はほとんど全地帯にわたって10°以下 (鉦路炭砒では2°) の緩傾斜を示し、整然と単斜している場合が多い。また本地区に発達する大部分の断層は、褶曲軸の走向に沿うか、あるいはこれと40°以下に斜交す

時代	層名	柱状図	層厚 (m)	岩 質
第四紀	沖 積 層			粘土・泥・砂および礫よりなる
	釧 路 層 (洪 積 層)			最下部10~15mは粘土・砂泥および砂層よりなり 上部は主として火山噴出物よりなる
古 第 三 紀	下 部 辛 層	ムサ真岩質砂岩層	120+	砂質真岩と主とし、真岩・砂岩の薄層を挟む 海成層である
	米 町 砂 岩 層		70	主として中粒砂岩よりなり、泥灰岩・礫岩の薄層を挟む 中部に2~3枚の <i>Ostrea bed</i> と1枚の薄い炭層を挟む 底部は円礫、 <i>Cardium</i> を含む砂泥岩である
	清 水 真 岩 層		30	真岩よりなり、中央部に2~3枚の <i>Corbicula bed</i> を 挟む
	雄 別 夾 炭 層		70~90	上半は主として砂岩よりなり、真岩・砂質真岩を挟む 下半は礫岩層が増加する 2~3枚の薄い炭層を挟む
	天 寧 礫 岩 層		90~100	5枚の礫岩帯と4枚の真岩帯よりなる
	春 採 夾 炭 層		75~80	主として真岩・砂質真岩および砂岩の互層よりなり、 8枚の炭層を挟む
	尾 幌 礫 岩 層		15	礫岩よりなる
	オソソナイ互層		80+	上部は細粒砂岩よりなる 下部は中粒~粗粒砂岩よりなり、ときに貝化石と含有 する
白 根 室 層	上 部 菊 石 層		270±	真岩・砂質泥岩・細粒砂岩および礫岩の互層よりなり 細粒砂岩中には海棲動物化石が散点している

第 2 図 釧路炭砒付近模式地質柱状図（炭砒資料による）



第 3 図 釧路炭砒坑内図（炭砒資料による）

第 1 表 釧路炭鉱における石炭の工業分析結果

炭 層	水分 (%)	灰 分 (%)	揮発分 (%)	固定炭素 (%)	発熱量 (kcal/kg)	硫 黄 (%)	固定炭素	発熱量*	結粘性	J I S 石炭分類
							(%)	(kcal/kg)		
							無 水	無 灰 基		
上 層	6.12	20.01	39.08	34.79	5,679	0.26	47.10	7,968	非粘結	D
本 層	6.11	15.25	42.17	36.47	6,087	0.22	46.38	7,940	〃	D
下 層	6.11	19.54	39.66	34.69	5,666	0.52	46.66	7,890	〃	D

$$* \text{ 発熱量 (無水無灰基) } = \frac{\text{発 熱 量}}{100 - \text{水分} - 1.08 \times \text{灰分}} \times 100$$

るものと、褶曲軸と 60~90° に交わるものとに分けられる。これらの断層の大部分は正断層で、落差は最大 300 m であるが、大部分は 50m 以下である (第 1, 3 図)。

本地区における主要炭層は春採炭層で、厚薄合せて 10 枚近くの炭層を挟有している。

釧路炭鉱における春採炭層中のおもな炭層は下位から下層・本層・上層および蜜岩付層である。

下層 (稼行中) は尾幌礫岩層の上位約 34m (泥岩・中粒砂岩および粗粒砂岩からなる) に位し、山丈 224cm、

炭丈 187cm である。下盤は厚さ約 28cm の泥岩で、その直下は厚さ約 25cm の粘土層である。

本層 (稼行中) は下層の上位約 219cm (主として泥岩) に位し、山丈 271.5cm、炭丈 267cm で、下盤は厚さ約 6cm、上盤は厚さ約 30cm の粘土層である。

上層は本層の上位約 102cm に位し、山丈 150cm、炭丈 102cm で、下盤は厚さ約 72cm、上盤は厚さ約 50cm の泥岩である。

蜜岩付層は上層の上位約 31m (細粒砂岩と泥岩の互層) に位し、山丈 150cm、炭丈 102cm で、下盤は厚さ約 50cm の細粒砂岩で、上盤は天寧礫岩層である (第 4 図)。

下層・本層および上層の工業分析 (夾みを除く) 結果は第 1 表に示すとおりである。

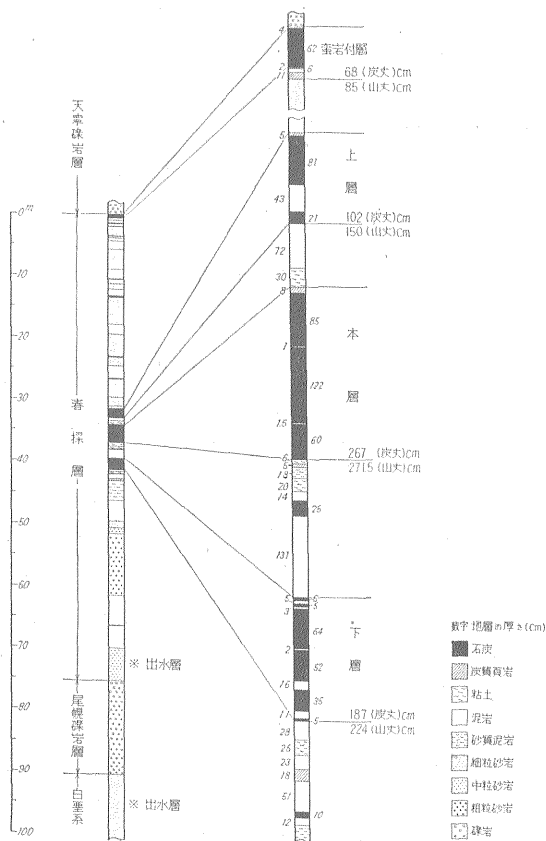
この表から明らかなように、灰分は本層が 15.25% でもつとも少なく、次いで下層が 19.54%、上層が 20.01% でもつとも多い。発熱量 (無水無灰基) は上層が 7,968 kcal/kg でもつとも多く、次いで本層が 7,940 kcal/kg、下層が 7,890 kcal/kg の順である。いずれも燃料比は 1 以下で、非粘結であり、J I S 石炭分類の D 級に属する。

4. ガス圧の測定

坑内において本層中に設けられたガス圧測定孔に、パッキングのついたパイプを挿入し、孔口とパッキング間をセメントで充塞して、パイプに連結してある圧力計で読みとる直接測定法³⁾ によつてガス圧を測定した。

ガス圧測定位置としては採炭などによる影響の少ない所、すなわち地層 (炭層を含む) 中からのガスの逸散が比較的少ないと思われる箇所を選定した。選定箇所は春採坑左 2 卸左 11 片連延 7 目抜 (海水準—320m) である (第 3 図)。

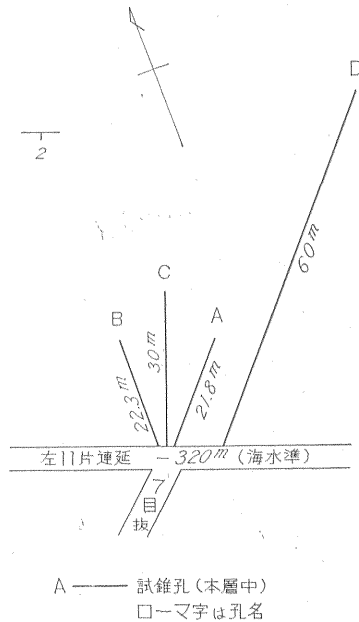
ガス圧測定用試錐は本層について 4 本で、これらの試錐孔の方向・傾斜・孔長およびガス圧測定結果は第 2 表および第 5, 6 図のとおりである。



第 4 図 釧路炭礦炭層柱状図

第 2 表 釧路炭鉱本層ガス圧測定結果

孔名	方 位	傾 斜	孔長(m)	最高ガス圧 (kg/cm ²)
A	N74°E	+3.5°	21.8	2.5
B	N34°E	+5°	22.3	1.5
C	N54°E	+4°	30.0	2.0
D	N74°E	+2°	60.0	4.1



第 5 図 釧路炭鉱本層ガス圧測定孔位置図

(1) A 孔

測定開始と同時にガス圧は1.7 kg/cm²になり、4日目にやや上昇して2.1 kg/cm²、9日目に降下して0.5 kg/cm²になったが、その後は徐々に上昇して14日目に2.3 kg/cm²、27日目に最高2.5 kg/cm²になり、以後変化が認められなかった。

(2) B 孔

圧力計をとりつけると同時にガス圧は1.8 kg/cm²になり、4日目に零に降下し、5日目に1.8 kg/cm²、7日目に0.5 kg/cm²になったが、その後上昇して11日目に最高1.5 kg/cm²を示した。27日目以後ガス圧は1.4、1.5 kg/cm²間を上下して、39日目からふたたび1.5 kg/cm²になった。

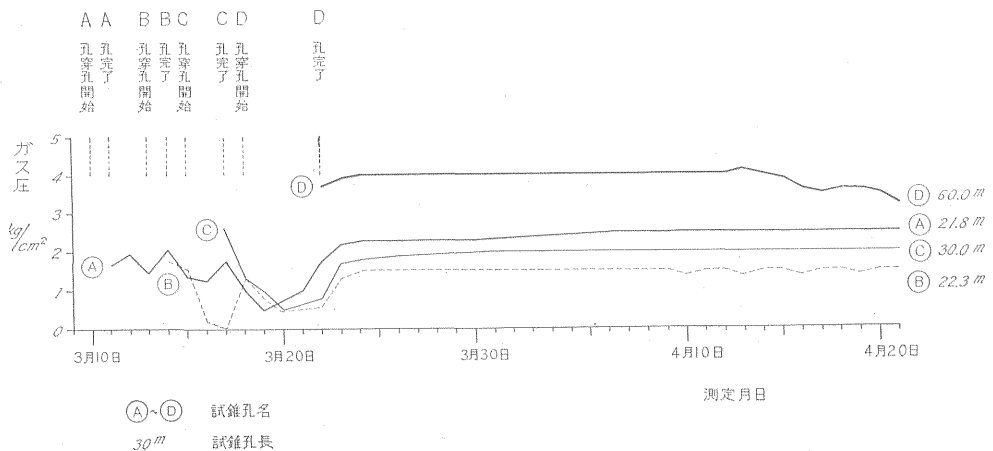
(3) C 孔

測定開始と同時にガス圧は2.6 kg/cm²になり、4日目に0.5 kg/cm²に降下したが、以後徐々に上昇して14日目に最高値2 kg/cm²となり、その後変化が認められなかった。

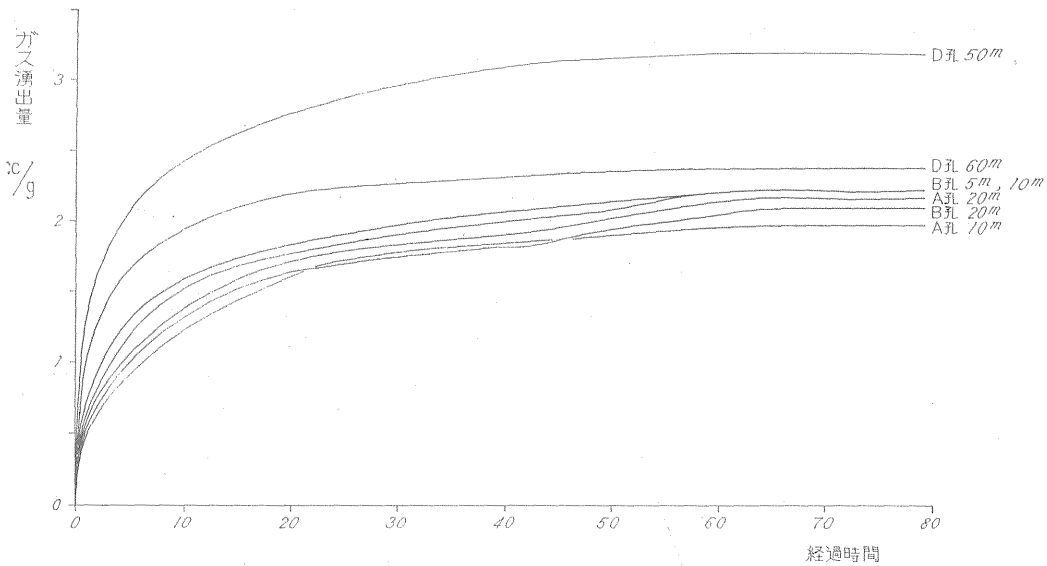
(4) D 孔

圧力計をとりつけると同時にガス圧は3.7 kg/cm²になり、3日目に4 kg/cm²、23日目に最高値4.1 kg/cm²となったが、以後降下して31日目には3.2 kg/cm²になった。

上述あるいは第7図から明らかなように、A、B、CおよびD孔の順に試錐を施行したが、試錐を行なうと他の試錐孔のガス圧は降下し、セメント注入が完了するとふたたび他の試錐孔のガス圧は上昇している。このことは試錐を行なうことによつて、この試錐孔と他の試錐孔中のガスが炭層中の裂かを通じて干渉し、セメント注入が



第 6 図 釧路炭鉱本層ガス圧変化図



第 7 図 釧路炭礫石炭スライム中のガス湧出量

完了すると干渉しなくなることに由来している。

また各試験孔中の最高ガス圧は、次の理由から炭層中の裂か中のガス圧を示していると考えられる。

- 1) 試験を行なっている際にロットが瞬間的に 5 ~ 15 cm 前進することがあり、同時にガスが噴出した。
- 2) 試験が完了した際に試験孔から多量のガス (0.1 ~ 0.15 m³/分) が噴出した。

5. ガス湧出量の測定

ガス圧測定用の試験を行なう際に生ずる石炭スライムを手早く採取して、これを 10 ~ 20 mesh に篩分けしたものを 50 ~ 100g をガス湧出瓶³⁾ の中に入れ、スライムから湧

第 3 表 釧路炭礫石炭スライム中のガス湧出量

試 錐		ガス湧出量 (cc/g)
孔 名	孔 長 (m)	
A	10	2.02
	20	2.18
B	5	2.21
	10	2.21
	20	2.13
D	50	3.20
	60	2.40

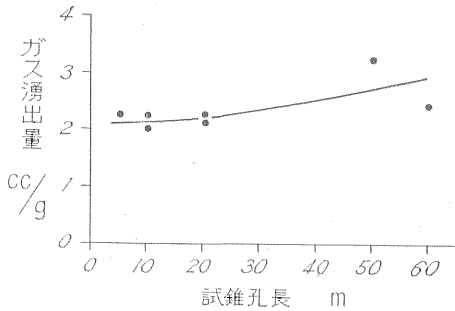
第 4 表 釧路炭礫炭壁中のガス湧出量

試料番号	炭壁の露出日数	ガス湧出量 (cc/g)
①	0.5	3.20
②	3	2.80
③	25	2.10
④	30	2.02
⑤	60	1.32
⑥	165	1.16
⑦	195	1.02
⑧	231	0.66
⑨	255	0.42
⑩	330	0.13
⑪	540	0.08
⑫	1125	0.02

出したガス量を測定した。なお測定は坑内で試験の実施と同時に進めた。また炭壁で採取した石炭 (第 3 図参照) の塊 (約 20 cm × 20 cm × 20 cm) は坑外で粉碎機を使用して粉碎し、前述と同様にして湧出量を測定した。

ガス湧出量の測定結果は第 3・4 表および第 7 ~ 10 図に示すとおりである。

第 8・10 図から明らかなように、石炭スライム中のガス湧出量は試験孔長に比例して増加し、炭壁中のガス湧出量は炭壁の露出日数の少ないものほど多く、露出日数



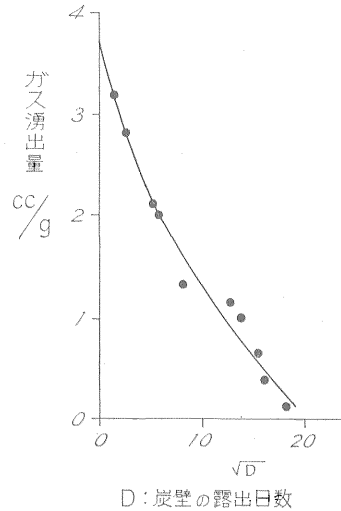
第 8 図 釧路炭礦石炭スライム中のガス湧出量

が零の場合のガス湧出量は約3.7 cc/gである。またガス湧出は約80時間で終了している（第7・9図）。

6. ガス湧出圧の測定

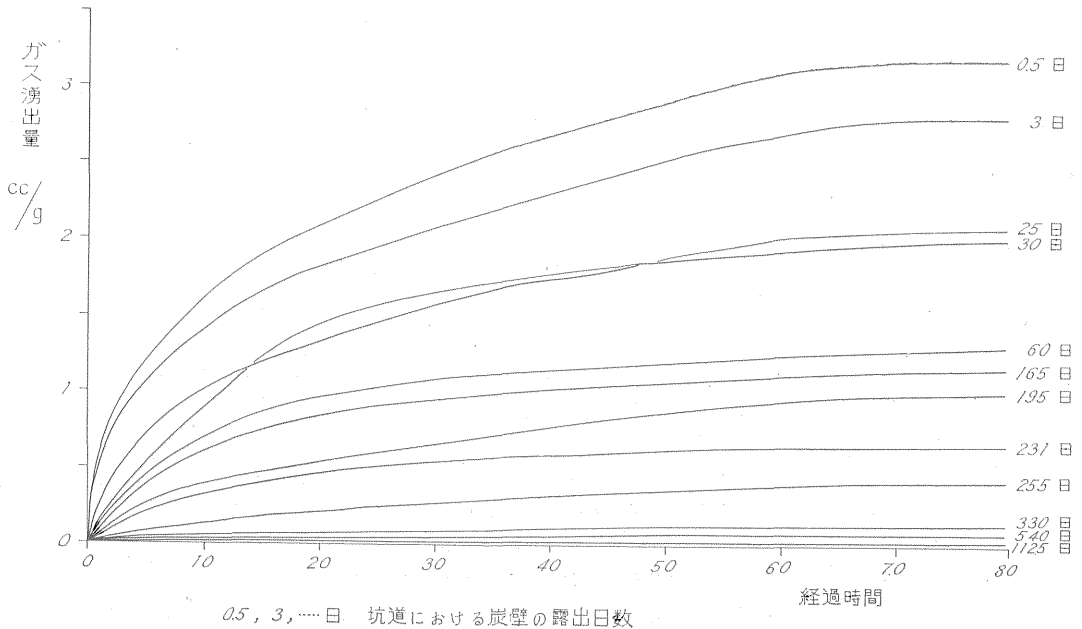
石炭試料（本層）を20～32 mesh に粉砕し、これをすみやかにガス圧測定瓶（第11図参照）に入れ、飽和食塩水を瓶の口元まで満し、圧力計を取り付けてガス圧を測定した。ガス圧が一定になるまでには2～4日間を要した。ガス圧の測定が終了すれば、瓶中の試料をすみやかに取り出してガス湧出量測定瓶中に入れ、ガス湧出量を測定した。ただしこれらの測定は炭鉱に依頼した。

第12図はこれらの測定結果である。この図からガス湧出圧とガス湧出量は、ほとんど直線に近い曲線関係にある。

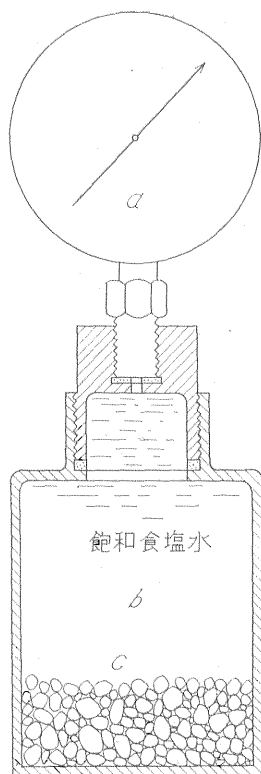


第 10 図 釧路炭礦炭壁の露出日数とガス湧出量との関係図

前記5項で述べたように、炭壁の露出日数が、零の時のガス湧出量は約3.7 cc/gであるが、この場合のガス湧出圧は第12図から約21 kg/cm²となる。すなわちこの試料を採取した箇所における炭層中のガス圧は少なくとも約21 kg/cm²はあると推定される。

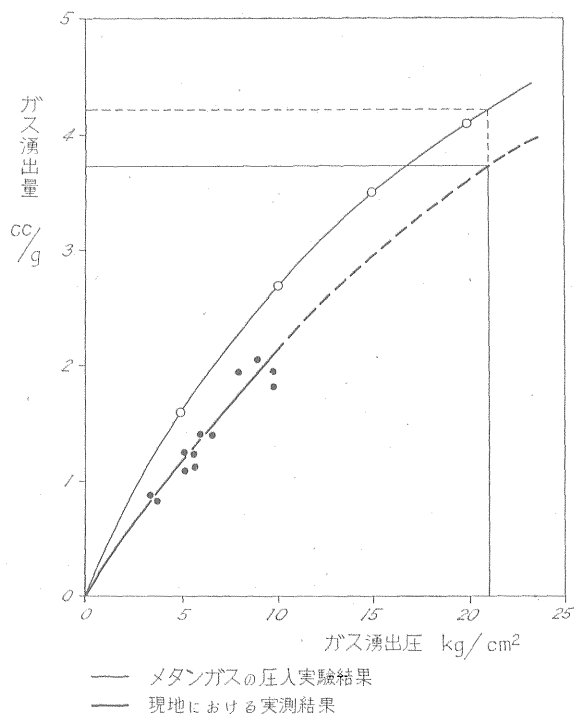


第 9 図 釧路炭礦炭壁中のガス湧出量



a 圧力計
b 容器
c 石炭試料

第11図 ガス湧出圧測定装置



第12図 鉦路炭礦における石炭中のガス湧出圧と
ガス湧出量との関係図

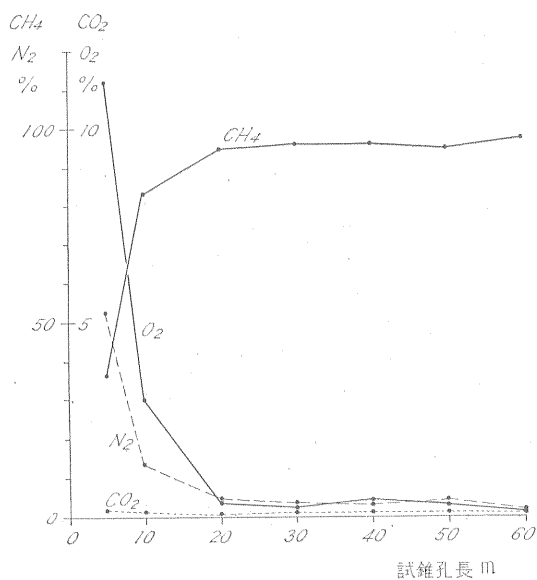
7. ガスの分析

第5表は本層のスライムと炭壁からの湧出ガスおよび白堊紀層中の湧水に伴う遊離ガスの分析結果である。また第13図は試錐孔長とスライム中のガス組成との関係図で、第14図は炭壁の露出日数と炭壁中のガス組成との関係図である。

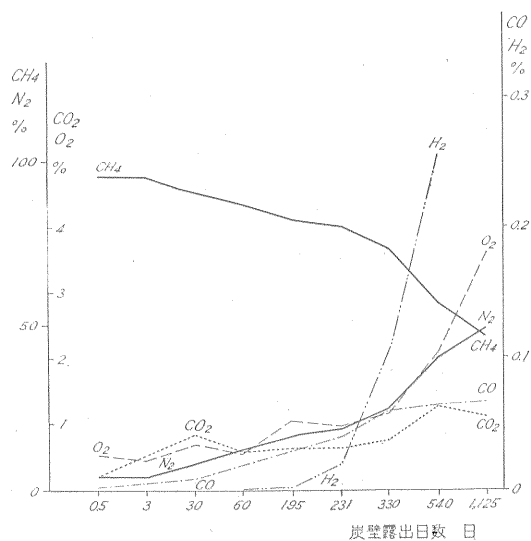
第13図から明らかなように、試錐孔長が増加するに従って、 CH_4 の濃度は36.1%から97.73%へと高くなり、 N_2 と O_2 の濃度は反対に低くなる傾向がある。ただし

CO_2 の濃度はあまり変化がない。また第14図では、炭壁の露出日数が増加するにつれて、 CH_4 の濃度は95.26%から46.34%へと低くなり、 N_2 、 O_2 、 CO_2 、 H_2 および CO の濃度は反対に高くなる傾向がみられる。

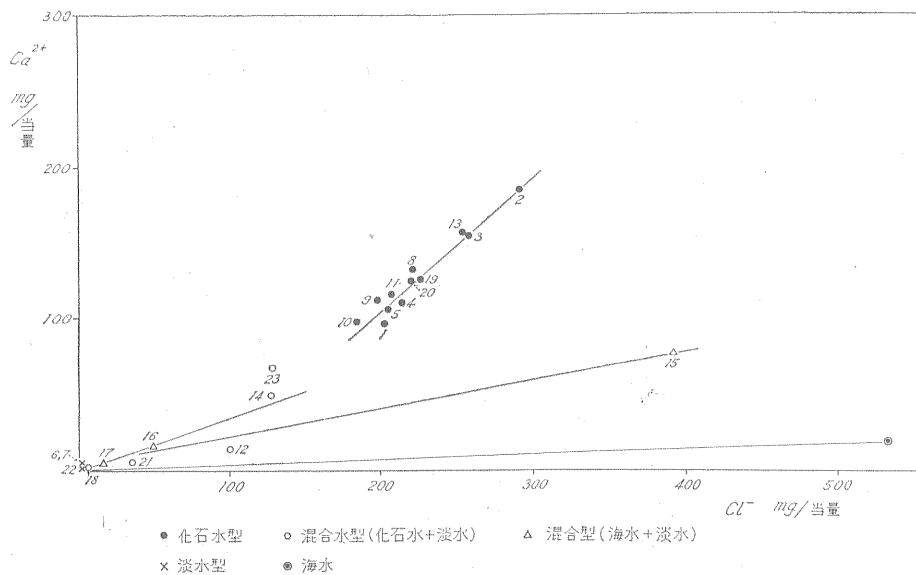
以上のような傾向を示すのは、初期の湧出ガスが後期のそれと比較して CH_4 の濃度が高く、 N_2 、 O_2 および CO_2 の濃度が反対に低い (第5表参照) ことと、 CH_4 の分子の大きさが他の3成分のそれと比較してもつとも小さいことから判断して、 CH_4 の石炭からの逸脱がもつとも早いことに原因しているものと考えられる。



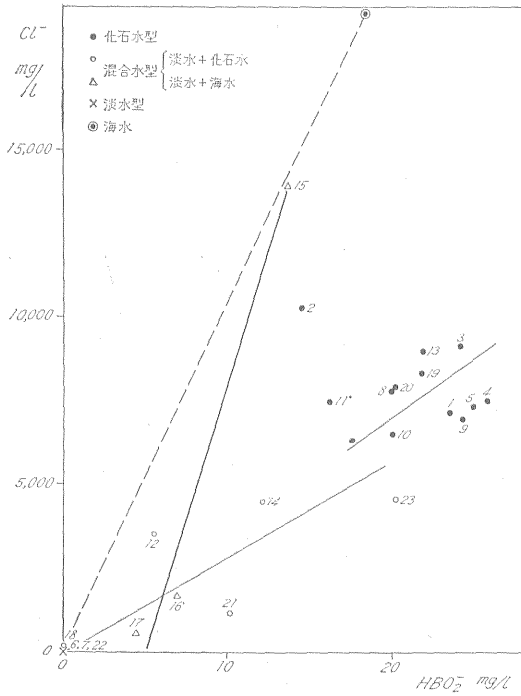
第 13 図 釧路炭礦試錐孔 (D) 長と石炭スライム中のガス成分との関係図



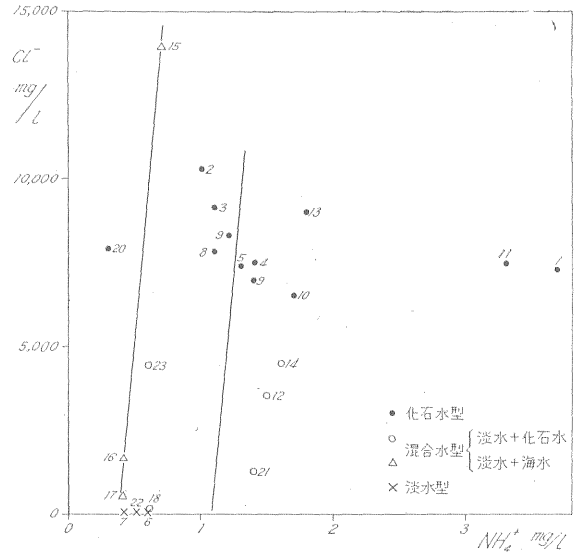
第 14 図 釧路炭礦炭壁露出日数と炭壁中のガス成分との関係図



第 15 図 釧路炭礦坑内水 Cl^- と Ca^{2+} との当量関係図



第 16 図 鋼路炭礫坑内水 Cl^- と HCO_3^- との関係図



第 17 図 鋼路炭礫坑内水 Cl^- と NH_4^+ との関係図

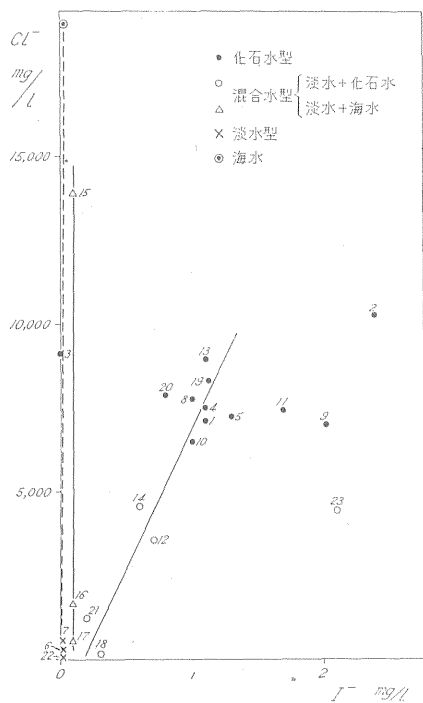
第 5 表 鋼路炭礫本層スライム、炭壁および白堊紀層中のガス分析表

試料番号	層名	試錐孔長 (%)	炭壁露出日数 (日)	CO_2 (%)	O_2 (%)	N_2 (%)	CH_4 (%)	C_2H_6 (%)	H_2 (%)	He (%)	CO (%)
	本層 スライム (D孔)	5		0.20	11.20	52.50	36.10	0	0	0	
		10		0.14	3.00	13.64	83.22	0	0	0	
		20		0.12	0.36	4.77	94.75	0	0	0	
		30		0.16	0.25	3.79	95.80	0	0	0	
		30*		0.20	0.16	3.40	96.24				
		30**		0.36	0.40	3.80	95.44				
		40		0.15	0.46	3.51	95.88	0	0	0	
		50		0.22	0.33	4.92	94.53	0	0	0	
		60		0.18	0.15	1.94	97.73	0	0		
①	本層		0.5	0.21	0.52	4.01	95.26	0	0	0	0.002
②			3	0.53	0.44	3.80	95.23	0	0	0	
④			30	0.84	0.70	7.96	90.40	0	0	0	0.009
⑤			60	0.58	0.56	12.19	86.67	0	0	0	
⑦			195	0.62	1.05	16.19	82.14	0	0.001	0	
⑧			231	0.63	0.96	18.09	80.32	0	0.021	0	0.04
⑧*			231	0.30	0.84	13.34	85.52				
⑧**			231	0.45	2.25	19.94	77.36				
⑩			330	0.76	1.16	24.68	73.40	0	0.105	0	0.06
⑪			540	1.26	2.06	39.86	56.82	0	0.255	0	
⑫			1.125	1.13	3.62	48.91	46.34	0			0.067
2			白堊紀層から噴出 (水抜試錐)	0.42	0.55	8.80	90.23	0	0	0.03	

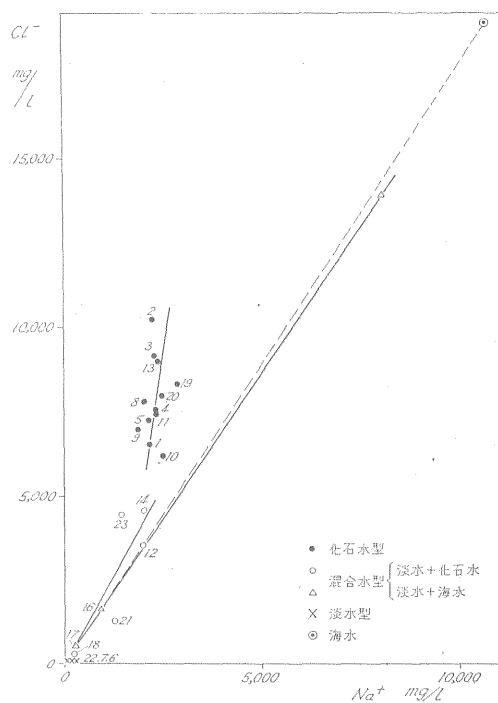
ガス分析 島津 GC-1A 型ガスクロマトグラフ使用 ただし CO は北川式検知管使用

* 初期湧出ガス

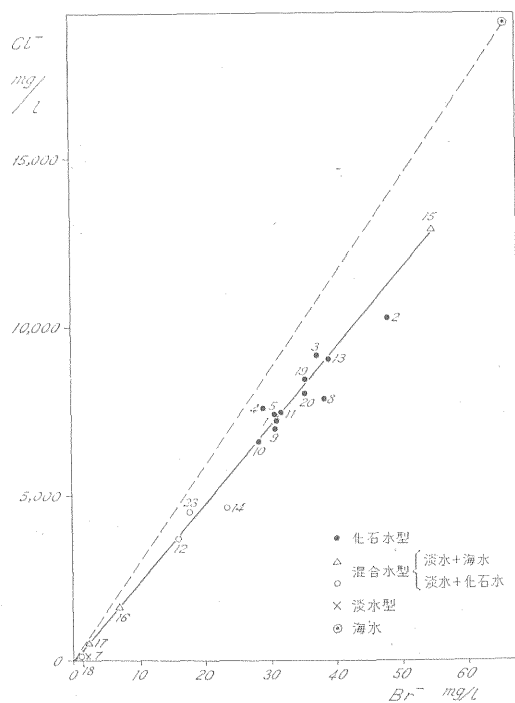
** 後期湧出ガス



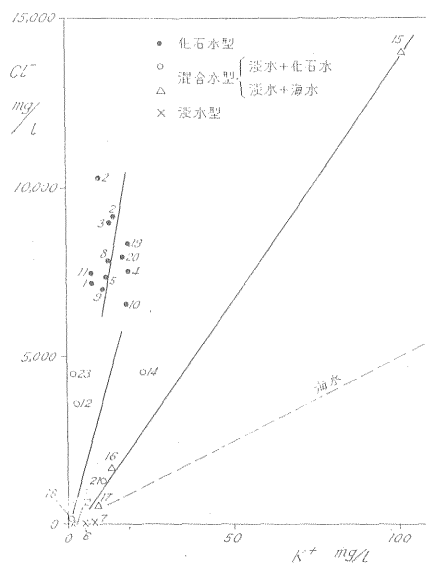
第 18 図 釧路炭坑内水 Cl^- と I^- との関係図



第 20 図 釧路炭坑内水 Cl^- と Na^+ との関係図



第 19 図 釧路炭坑内水 Cl^- と Br^- との関係図



第 21 図 釧路炭坑内水 Cl^- と K^+ との関係図

第6表 釧路炭鉱坑

試料番号	試料採取場所	採取層位	記号	水量 m ³ /day	深度 海準 m	水温 (°C)	pH	RpH	freeCO ₂ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NO ₂ ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)
1	春採坑左11片連止	天寧層	●	12.2	— 320	12.7	7.6	7.6	0	12	7,140	0	0
2	〃 二御13目抜No10号井	白堊紀層	●	2,800	— 344	15.3	8.5		CO ₃ 6	17	10,250	0	0
3	〃 右 10 片	白堊紀層	●	溜水	— 340	13.5	7.2	7.4	8	51	9,100	0	0
4	〃 御10号向堀	本層下	●	150	— 265	14.5	7.6	7.6	5	44	7,500	0	0
5	〃 第3本坑道4目抜	本層下	●	溜水	— 263	17.5	6.8	7.1	6	33	7,270	0	tr.
6	〃 第2ポンプ座	天寧層	×	4,100		12.0	7.5	8.0	4	690	28	0.02	60
7	〃 疎水坑道	天寧層	×	15		11.0	7.8	8.2	4	392	57	0	80
8	〃 坑底ポンプ座	本層下	●	4,100	— 220	14.5	7.4	7.6	4	115	7,800	tr.	20
9	〃 第3本坑道6目抜	本層下	●	溜水	— 263	14.0	6.8	7.2	10	93	6,950	0	tr.
10	〃 〃 0目抜	本層下	●	溜水	— 263	15.0	7.0	7.2	5	120	6,550	0	50
11	〃 左11片連止	天寧層	●	8	— 320	13.0	8.0		CO ₃ 7	12	7,440	0	0
12	〃 左10片第2下添	本層下	○	滴水	— 293	12.0	7.4	7.7	3	200	3,550	0	tr.
13	〃 二御ポンプ座	本層下	●				7.4	7.6		61	8,970	0	
14	〃 第3本坑第一下添	本層下	○	70	— 265		7.4	7.8	6	288	4,550	0.02	60
15	〃 益浦斜坑第4目抜	天寧層	△		— 85	13.2	7.6	7.8	3	120	13,900	0	1,800
16	〃 〃 第3目抜	天寧層	△		— 80	11.6	7.0	7.4	10	370	1,640	0	300
17	興津坑連御1目抜	天寧層	△		+ 32	8.5	7.5	7.6	2	66	530	0.06	160
18	〃 沼尻坑水平4目抜	天寧層	○	5	— 180	12.0	7.9	8.0	2	244	124	0.03	0
19	〃 中央仮設ポンプ座	本層下	●		— 339	14.8	7.1	7.2	4	49	8,320	0	0
20	〃 西部ポンプ座	本層下	●	70	— 285	12.0	6.8	7.2	4	72	7,920	0	0
21	〃 ベルト御	本層下	○	15	— 280	11.0	7.6	7.9	6	1,270	1,240	0	0
22	〃 沼尻連御	天寧層	×	1.5	— 180	10.0	8.8		CO ₃ 144	150	64	0	0
23	〃 坑底ポンプ座	本層下	○	940	— 190	10.0	7.5	7.7	2	117	4,450	0.06	20
	海水*									140	18,980	0.0001 ~0.05	2,649

● 化石水 × 淡水 △ 混合水 (淡水+海水) ○ 混合水 (淡水+化石水) * ブリアン・メーソン³⁾ による

また炭壁露出日数に比例して、CO、CO₂、H₂の濃度が高いのは、緩慢な酸化作用の結果と思われる。

さらにまた第13図において試錐孔長20m以上になると、スライム中のガス質の顕著な変化が認められない。すなわち釧路炭鉱では、坑道掘進の影響による炭層内のガス圧の降下範囲は坑道から20m以内であると考えられる。

8. 坑内水の分析

坑内水の採取は、春採坑で16点、興津坑で7点合計23点である(第3図参照)。これらの採取した水の分析結果は第6表のとおりである。

8.1 坑内水の分類と水質

坑内水を水質的に分類すると、淡水型、化石水型、淡

内 水 分 析 表

I- (mg/l)	Br- (mg/l)	HBO ₂ - (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Total Fe (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	KMnO ₄ (cons.) (mg/l)	P (mg/l)	Ca/ Cl	Na/ Ca	溶存ガス量 (cc/l)				CH ₄ (注)
													O ₂	CH ₄	N ₂	Ar	
1.1	31.2	23.4	3.7	8	2,440	0.04	1,905	20	35	0	0.27	1.28	0.72	22.34	8.24	0.21	70.93
2.4	47.8	14.5	1.0	10	2,190	0.05	3,700	tr.	32	0	0.36	0.59	1.00	33.91	6.79	0.002	81.32
	37.3	24.2	1.1	14	2,310	0.07	3,100	tr.	45	0	0.34	0.75	1.32	17.39	10.57	0.52	58.67
1.1	28.9	25.8	1.4	19	2,180	1.13	2,200	tr.	38	0	0.29	0.99	1.81	14.06	6.12	0.014	63.91
1.3	30.6	25.0	1.3	12	2,100	0.04	2,140	tr.	35	0	0.29	0.98					
			0.4	5	250	0.06	32	4	42	tr.	1.14	0.78					
	2.1		0.6	8	130	0.03	64	9	43	0.03	1.12	2.03					
1.0	38.0	20.2	1.1	13	2,000	0.17	2,640	tr.	36	0.02	0.37	0.76					
2.0	30.6	24.2	1.4	11	1,850	5.42	2,260	tr.	30	0	0.33	0.83					
1.0	28.2	20.2	1.7	18	2,150	1.45	1,950	tr.	52	0	0.30	1.10					
1.7	31.6	16.2	3.4	8	2,270	0.11	2,290	21	33	tr.	0.31	0.99	1.10	36.39	11.00	0.45	74.35
0.7	16.2	5.7	1.5	3	1,960	0.11	290	78	34	0	0.08	6.77	1.81	21.18	8.81	0.44	65.45
1.1	39.0	21.8	1.8	13	2,350		3,100	tr.	55	0	0.35	0.76					
0.6	23.0	12.1	1.6	22	2,000	2.00	985	tr.	43	tr.	0.22	2.03					
0.1	54.7	13.7	0.7	102	8,010	0.08	1,550	800	55	0.03	0.11	5.16					
0.1	6.7	6.9	0.4	13	892	0.05	280	46	11	0.06	0.17	3.18	0.40	2.43	16.91	0.67	11.91
0.1	2.2	4.4	0.4	9	267	0.03	80	27	26	0.02	0.15	3.31	4.73	0.10	14.50	0.30	0.51
0.3	1.5		0.6	1	156	0.10	11	1	29	0.09	0.09	13.9					
1.1	35.1	21.8	1.2	19	2,780	0.06	2,500	tr.	42	0	0.30	1.11					
0.8	35.2	20.2	0.3	17	2,450	1.00	2,480	29	36	0	0.31	0.99					
0.2	3.9	10.1	1.2	11	1,150	1.00	102	12	118	0	0.08	11.33	3.41	11.30	13.06	0.48	40.00
			0.5	1	67	0	11	2	32	0.06	0.17	5.10					
2.1	17.7	20.2	0.6	2	1,370	0.31	1,390	tr.	33	0.04	0.31	0.99					
0.05	65	18.4		380	10,560	0.002~ 0.02	400	1,272		0.001~0.10	0.02	26.40					

(注) CH₄+O₂+N₂+Ar (%)

水と化石水の混合水型および淡水と海水の混合水型の4つの型に大別される。

(1) 淡水型

地表水が坑内に浸透してくるもので、主として坑内浅部に多い。

Cl⁻ は28~64mg/l で他の型と比較してもつと少ない。また HCO₃⁻ が150~690mg/l, SO₄²⁻ が60~80mg/l (No. 6, 7) で比較的多いのは、旧坑内からの流水で

石炭からの溶出に由来するものと考えられる。

(2) 化石水型

化石水の出水層は主として本層下約30mから50mに至る間の厚さ約20mの砂岩層（春採夾炭層）と白堊紀層上部約30mの砂岩層である。

Cl⁻ が6,500~10,250mg/l, Ca²⁺ が1,905~3,700mg/l および Na⁺ が1,850~2,780mg/l で比較的多く、これらの3成分が主要成分である。すなわち CaCl₂, NaCl

の成分が全成分量の95%以上を占めている。また $\text{Ca}^{2+}/\text{Cl}^-$ は0.29~0.33で海水のそれ(0.021)より非常に大きく、 Na^+/Cl^- は0.25~0.34で海水のそれ(0.56)より小さい。さらにまた HCO_3^- は12~120mg/l、 SO_4^{2-} は0~50 (平均5.9) mg/l で、他の型と比較してもつとも少ない。

(3) 混合水型 (淡水+化石水)

Cl^- は125~4,550mg/l、 HCO_3^- は117~1,270mg/l、 SO_4^{2-} は0~60 (平均16) mg/l で淡水と化石水の混合した水質を示している。とくに No. 21 は HCO_3^- が1,240、 KMnO_4 の消費量が118mg/l で古洞水の水質を示している。

(4) 混合水型 (淡水+海水)

海岸に近い坑道で、断層または裂かを通じて坑内に流出している。

Cl^- が530~13,900mg/l、 SO_4^{2-} が160~1,800mg/l および Mg^{2+} が27~800mg/l で、非常に多く、明らかに淡水と海水の混合した水質を示している。

以上坑内水を4つの型に分類し、それらの水質について述べた。

さらに Cl^- と Ca^{2+} 、 HBO_2^- 、 NH_4^+ 、 I^- 、 Br^- 、 Na^+ および K^+ との関係(第15~21図参照)をみると、 $\text{Ca}^{2+}/\text{Cl}^-$ 、 $\text{HBO}_2^-/\text{Cl}^-$ 、 $\text{NH}_4^+/\text{Cl}^-$ および I^-/Cl^- は化石水型あるいは淡水と化石水の混合水型がもつとも大きく、次いで淡水と海水の混合水型および海水の順であり、 Br^-/Cl^- は坑内水が海水より大きい。また Na^+/Cl^- 、 K^+/Cl^- は反対に海水あるいは淡水と海水の混合水型がもつとも大きく、次いで淡水と化石水の混合水型および化石水型の順である。このように坑内水は海水と比較してこれらの比が異なるのは、 Ca^{2+} 、 HBO_2^- が岩石から、 NH_4^+ 、 I^- および Br^- が有機物からそれぞれ溶出し、 Na^+ 、 K^+ は塩類となつて沈殿したことに原因している

ものと思われる。

なお春採・興津両坑の揚水量は9,830m³/dayであるが、春採坑はこのうちの82%を占めている。またこのうちの約52%は淡水型、約44%は化石水型および約4%は混合水型の水である。

8.2 坑内水の溶存ガス

化石水型の水の溶存メタンガス量は14.06~36.39cc/lでもつとも多く、次いで淡水と化石水の混合水型(11.3~21.18cc/l)、および淡水と海水の混合水型(0.1~2.43)の順である。なおこれらのうちでNo. 3, 4, 12, 16および17の溶存メタンガス量が比較的少ないのは、これらが坑道における流水、溜水あるいは滴水であるため、空気との接触によるガス交換の結果に原因している。

8.3 白堊紀層中のガス

前述のように化石水型の大部分の水は、ガスを共存しており、また有機物の分解過程に生成される HCO_3^- 、 NH_4^+ などの含有量が一般の水溶性ガス田のそれ(第7表参照)と比較して非常に少ない。とくに白堊紀層中の水抜井試料番号2(出水量約2m³/分、ガス水比0.3、坑底水圧20kg/cm²)⁵⁾の水は HCO_3^- が17.2mg/l、 NH_4^+ が1mg/l で少ない。またこの遊離ガスは C_2H_6 を含有していない(第5表参照)。

以上のことがらと地質構造(第3図参照)とから推察して、白堊紀層中の遊離ガスおよび溶存ガスは、おそらく春採夾炭層中の炭層のガスが西益浦断層(正断層)を通じて移動してきたものと考えられる。

9. メタンガスの圧入実験

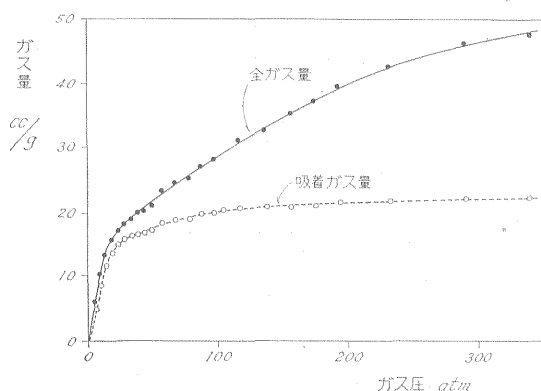
第8表と第22図は本層炭(無水)についてのメタンガス圧入実験結果である。

第23図から明らかなように、全ガス量、遊離ガス量お

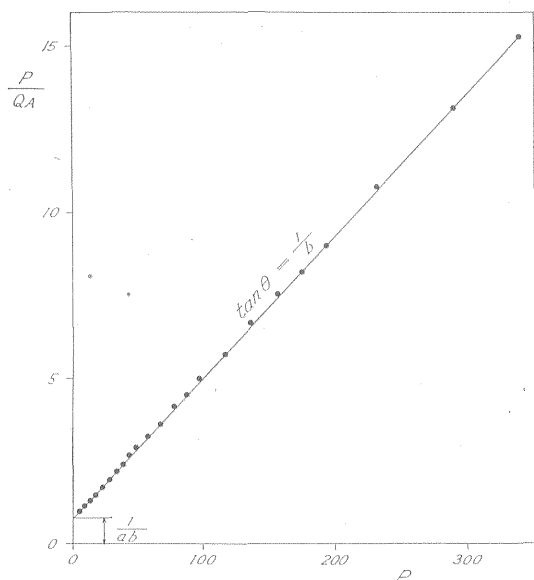
第7表 水溶性ガス田付随水分分析表

地質時代	堆積環境	地域名	抗井名	Cl (mg/l)	HCO_3^- (mg/l)	NH_4^+ (mg/l)	KMnO_4 消費量 (mg/l)
第四紀	海水域	射水ガス田	2号井	12,330	—	60	—
〃	〃	焼津ガス田	R—24号	848	104	1.65	—
〃	海水域—汽水域	筈川平野産ガス田	久木R—1	5,820	2,040	130	—
第三紀	海水域	長万部ガス田	保線区井	450	1,220	7	155
〃	〃	象潟ガス田	R—6	14,310	1,000	—	—
〃	〃	新潟ガス田	TS—22P層	10,520	1,052	78.4	129.8
〃	〃	南関東ガス田	江東R—2	9,716	1,160	71	127

(兼子勝⁴⁾による)



第 22 図 釧路炭礦本層 (無水) メタンガス圧入実験におけるガス圧とガス量との関係図
全ガス量=遊離ガス量+吸着ガス量



P : ガス圧 (atm) Q_A : 吸着ガス量 (cc/g) ab : 吸着常数
第 23 図 釧路炭礦本層 P と P/Q_A との関係図

よび吸着ガス量はガス圧に比例して増大するが、吸着ガス量はガス圧が約 50 atm までは急激に、約 50~150 atm 間は緩慢に増大し、約 150 atm 以上になるとほとんど変化がなく約 21.5 cc/g である。またガス圧が低い場合は吸着ガス量は遊離ガス量と比較して非常に多く、ガス圧 10 atm で約 10 倍、20 atm で約 8 倍および 50 atm で約 4.4 倍であるが、ガス圧が約 250 atm 以上になると、反対に遊離ガス量が吸着ガス量より多くなる。

一方ガス圧を P 、吸着ガス量を Q_A とし、 P と P/Q_A との関係をプロットすると、両者は直線関係にある (第 23 図参照)。この直線の $\tan \theta$ を $1/b$ 、この直線と縦軸との交点と原点との距離を $1/ab$ とすると、この直線の

第 8 表 釧路炭礦本層 (無水) メタンガス圧入実験結果

ガス圧 (atm)	全ガス量 (cc/g)	遊離ガス量 (cc/g)	吸着ガス量 (cc/g)
5.8	6.02	0.46	5.56
10.6	10.16	0.86	9.30
15.5	13.18	1.25	11.93
20.3	15.44	1.62	13.82
25.2	16.94	1.98	14.96
30.0	18.07	2.36	15.71
34.8	18.82	2.70	16.12
39.7	19.58	3.08	16.50
44.5	19.95	3.45	16.50
49.4	20.71	3.83	16.87
59.0	23.34	4.66	18.68
68.7	24.47	5.62	18.85
78.4	25.22	6.58	18.64
88.1	27.11	7.49	19.62
97.8	27.86	8.39	19.47
117.1	30.87	10.35	20.52
136.5	32.75	12.38	20.37
155.8	35.01	14.32	20.69
175.2	37.27	15.97	21.30
194.5	39.15	17.60	21.55
233.2	42.54	20.86	21.68
291.3	45.93	23.69	22.24
339.7	46.64	24.48	22.16

方程式は次式で表わされる。

$$\frac{P}{Q_A} = \frac{1}{b} P + \frac{1}{ab}$$

$$Q_A = \frac{abP}{1 + aP} \dots \dots \dots (1)$$

第 23 図から a 、 b を求めると第 9 表のとおりである。

第 9 表 釧路炭礦本層メタンガス吸着係数

a	b (cc/g)
0.0655	21.83

(1) 式に第 9 表の a 、 b の値を代入すると

$$Q_A = \frac{1.429865 P}{1 + 0.0655 P} \dots \dots \dots (2)$$

第10表 釧路炭礫石炭、岩石の孔隙率および浸透率測定結果

試料	孔隙率 (%)	含水率 (%)	有効孔隙率 (%)	浸透率 (md)	
				空気	水
上層上位 (約50cm) の細粒砂岩	17.30	5.68	11.62	2.2	1.8
本層	10.24	7.52	2.72		

第11表 釧路炭礫、各圧における石炭および岩石中のガス量

ガス圧 (kg/cm ²)	ガス量 (cc/cc)			
	本層 (無水)	砂岩 (無水)	本層 (有水)	砂岩 (有水)
5	7.4	1.1	2.0	0.7
10	12.5	1.8	3.3	1.2
15	16.2	2.6	4.3	1.7
20	19.0	3.4	5.0	2.3
25	20.8	4.1	5.5	2.8
30	22.2	4.9	5.9	3.3
35	23.1	5.6	6.1	3.8
40	24.1	6.4	6.4	4.3
45	24.5	7.2	6.5	4.8
50	25.5	8.0	6.8	5.4
60	28.7	9.7	7.6	6.5
70	30.1	11.7	8.0	7.9
80	31.0	13.7	8.2	9.2
90	33.3	15.6	8.9	10.5
100	34.3	17.4	9.1	11.7
120	38.0	21.5	10.1	14.4
140	40.3	25.7	10.7	17.3
160	43.1	29.8	11.4	20.0
180	45.8	33.2	12.2	22.3
200	48.2	36.4	12.8	24.4
240	52.3	43.3	13.9	29.1
300	56.5	49.2	15.0	33.0
340	57.0	52.1	15.3	35.0

注) 石炭の見掛け比重1.23

となる。

任意のガス圧における吸着ガス量は(2)式から、また自由ガス量はボイルの方程式²⁾からそれぞれ算出すること

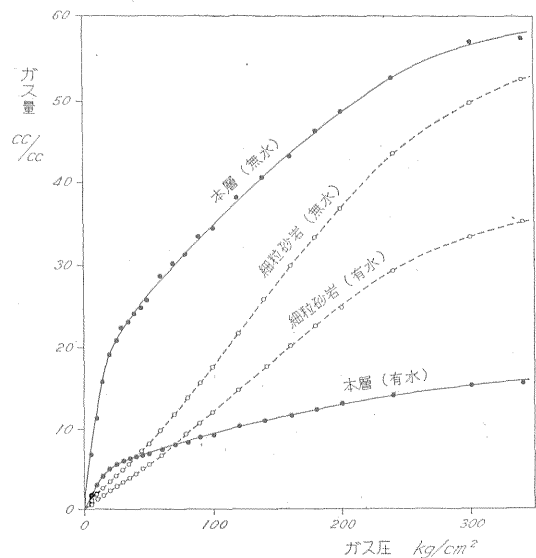
ができる。

10. ガス量

前述のように上層と蜜岩付層間は主として細粒砂岩と泥岩からなる (厚さ20~30cmの炭層数枚を含む)。この砂岩と本層の孔隙率、空気ならびに水の浸透率は第10表に、また各圧におけるガス量 (第8, 10表から算出) は第11表と第24図に示すとおりである。

第24図から、無水基においてガス圧が低い場合は、石炭中のガス量は砂岩中のガス量と比較して非常に多く、ガス圧25 kg/cm²で約5倍、55 kg/cm²で約3倍および100 kg/cm²で約2倍であり、また有水基においては、ガス圧約70 kg/cm²までは石炭中のガス量が砂岩中のそれと比較して多いが、約70 kg/cm²以上になると反対に砂岩中のガス量が多くなることは明らかである。

一方第6項で述べたように、本層中のガス圧は約21 kg/cm²と推定されるので、この場合の有水基における炭層中のガス量は約4.2 cc/g (第12図参照)、すなわち



第24図 釧路炭礫本層および岩石中のガス圧とガス量との関係図

第12表 釧路炭鉱春採坑排気メタンガス量と下層一蜜岩付層間の石炭、岩石中のガス量との比較表

排気純CH ₄ 量 (m ³ /採炭面積m ²)	ガス圧 21kg/cm ² におけるガス量 (m ³ /m ³)		炭 丈 合 計 (m)	砂岩層の累 計厚さ (m)	算出 CH ₄ 量 (m ³ /採炭面積/m ²)				
	石炭中①	砂岩中②			③	④	石 炭 中	砂 岩 中	合 計
							①×③=⑤	②×④=⑥	⑤ + ⑥
98.7	5.2	2.4	8	17	41.6	40.8	82.4		

5.2 cc/cc, また砂岩中のガス量は 2.4 cc/cc (第24図参照) である。

第12表は昭和33年度春採坑における本層採炭^{注1)}面積(掘進面積を含む) 1 m² 当り総排気中のメタンガス量と、下層一蜜岩付層間における炭層および砂岩層中のガス量との比較を示したものである。

この表から明らかなように、前者 (98.7 m³/m²) は後者 (82.4 m³/m²) と比較してやや多い。このことはおそらく残炭や坑道周辺炭層、ならびに裂か中のガス湧出に原因しているものと考えられる。

以上のことから判断して、釧路炭鉱における炭田ガスは主として春採炭層(下層一蜜岩付層間の各炭層および砂岩層)中に賦存しているものと考えられる。

11. 結 語

今回筆者らが明らかにすることができたおもな事項を要約すれば次のとおりである。

- (1) 坑内水の大部分は化石水型と淡水型の水である。
- (2) 化石水の出水層は春採炭層下部の厚さ約20mの砂岩層と、白堊紀層上部約30mの砂岩層とである。
- (3) 化石水型の水の溶存ガス量は 14.06~36.39 cc/l である。
- (4) 石炭スライム中のガス質から判断して、坑道掘進の影響による炭層内のガス圧の降下範囲は坑道から20m以内と考えられる。
- (5) 白堊紀層中 (No. 2) の遊離ガスおよび溶存ガスは春採炭層から由来したと思われる。

注1) 上層と下層は未採掘

(6) 炭層裂か中のガス圧は1.5~4.1 kg/cm² である。

(7) 石炭中のガス湧出圧とガス湧出量との関係から、炭層中のガス圧は21 kg/cm² と推定される。

(8) 石炭に対するメタンガスの圧入実験などから、ガス圧21 kg/cm² における石炭中のガス量は5.2 m³/m³, 砂岩中のそれは2.4 m³/m³ である。

(9) 炭田ガスは主として下層・本層・上層・蜜岩付層および上層と蜜岩付層間の砂岩層中に賦存しているものと考えられ、そのガス量は約 82.4 m³/m² である。

(10) ガス湧出圧とガス湧出量は容易に測定することができ、また両測定結果から炭層中のガス圧を推定することは可能であるので、今後このような調査を本炭田をはじめとして、他の炭田についても行なう必要がある。

(昭和34年2月~3月調査)

文 献

- 1) 地質調査所編：日本鉱産誌，V—a，祥文堂，1960
- 2) 佐々木実他2名：炭田ガス賦存状態の調査方法について，炭鉱技術，Vol. 13, No. 3, 1958
- 3) ブリアン・メースン：地球化学概論，みすず書房，1954
- 4) 兼子 勝：本邦天然ガス鉱床の地質学的研究，地質調査所報告，No. 169, 1956
- 5) 佐藤 進：太平洋炭鉱における切羽出水に関する研究，日本鉱業会誌，Vol. 75, No. 851, 1959