

常磐炭田多賀地区における炭田ガスの調査研究報告 (II)

佐々木 実\* 永田 松三\*\*

On the Study of the Coal Field Gas in the Taga District, Joban Coal Field

By

Minoru Sasaki & Shōzō Nagata

Abstract

In order to make clear the distribution of the coal field gas, the writers measured the pressures and quantities of gas in the coals of the underground face, and analysed the mine waters of the Sekimoto, Kaminoyama, Shigeuchi and Nakagō coal mines.

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

(1) According as the depth of the coal seam increases, the pressures and quantities of gas in the coal and the quantities of  $Cl^-$  and dissolved gas in the mine water increase, and these measured values in the Sekimoto and Kaminoyama coal mines are high, in comparison with other mines.

(2) On the mining of the coal field gas by means of bore holes from the ground surface in this district, the neighborhoods of the Hiragata and Komaki faults are hopeful.

要 旨

筆者らは炭田ガス調査研究の一環として、昭和 38 年 2 月 4 日から 2 月 18 日までと同年 3 月 1 日から 3 月 20 日までの合計 35 日間にわたって、常磐炭田多賀地区における関本・神ノ山・重内・中郷の 4 炭鉱で石炭中のガス湧出圧とガス湧出量の測定ならびに坑内水の分析を行なった。

今回の調査結果を要約すれば次のとおりである。

(1) 石炭中のガス湧出圧・ガス湧出量と坑内水中の  $Cl^-$ ・溶存メタンガス量は正の相関関係があり、炭層の深度が増加するにつれて、これらの数値は増大する傾向がある。また関本・神ノ山両炭鉱は重内・中郷両炭鉱と比較して、これらの数値がきわめて大きい。

(2) 本地域における坑外からのガス抜きは、平潟・駒木両断層付近がもっとも有望であり、駒木断層以南の地域はあまり期待することはできない。

1. 緒 言

筆者らは炭田ガス調査研究の一環として、炭田ガスの

賦存状態を究明する目的で、地質構造が比較的簡単で、かつガスの多い常磐炭田多賀地区の北部地域を選び、同地域における関本・神ノ山・重内・中郷の 4 炭鉱で石炭中のガス湧出圧とガス湧出量の測定ならびに坑内水の分析と溶存ガス量の測定を行なった。

現地における調査は昭和 38 年 2 月 4 日から 2 月 18 日までと同年 3 月 1 日から 3 月 20 日までの合計 35 日間にわたって実施された。

本調査にあたって種々協力を賜った関本炭礦株式会社本社・同鉱業所・常磐炭礦株式会社本社・同茨城礦業所・同神ノ山礦・同中郷礦ならびに重内鉱業株式会社重内炭礦礦業所の関係各位に謝意を呈する。

2. 位置および交通

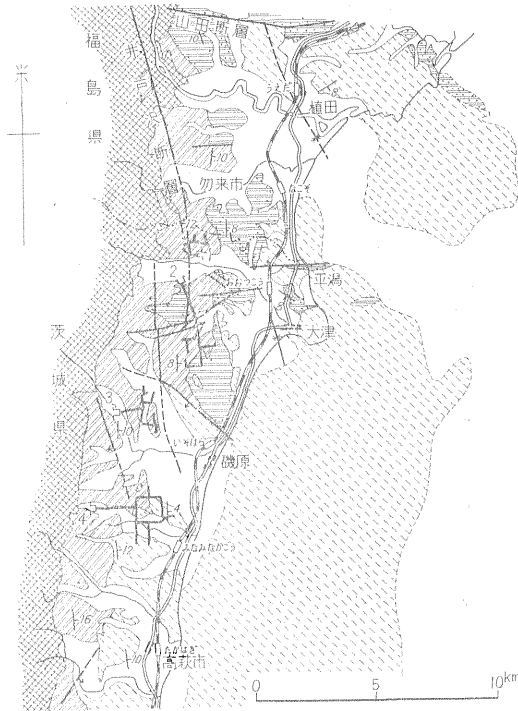
関本・神ノ山・重内・中郷の 4 炭鉱は茨城県北茨城市にあり、関本炭礦は常磐本線大津港駅の北西方約 3 km、神ノ山炭礦は同駅の西方約 3.5 km、重内炭礦は同本線磯原駅の北西方約 4 km、中郷炭礦は同駅の南西方約 5 km に位する。大津港・磯原の両市街地から各炭鉱の坑口付近を通るバス道路があって、交通はきわめて便利である。

\* 燃料部

\*\* 技術部

### 3. 地質および石炭

本地域を構成している地層は下位より先白堊系の花崗岩類・角閃片岩類, 第三系の白水・湯長谷・白土および多賀の4層群であり, 本地域の西側には先白堊系が分布し, 東方に進むにしたがって上記の地層が順次露出している(第1図参照)。



第1図 常磐炭田多賀地区地質図(松井寛<sup>2)</sup>による)

各地層の岩質と層厚は第2図, 本地域に発達する断層系統と主要断層は第3図と第1表に示すとおりである。

ここでは本地域に発達する断層の一般的性質について略述する。

- (1) 断層はすべて正断層である。
- (2) 走向が北西—南東~西北西—東南東で, 南西~南々西側落ちである。
- (3) 断層面の傾斜角度は50~70°のものが大部分を占めている。

(4) 断層面は一般に明瞭で, 破碎帯の幅は1m以下のものが多い。

(5) ほとんどすべての断層は, 数条ずつ雁行状配列をなすか, あるいは離合しながら断層群を形成している。

本地域における主要夾炭層は石城夾炭層で, 本層・上層の2枚の炭層を挟有し, 走向NS~N10°E, 傾斜10~13°Eを示す。

上記の4炭鉱におけるこれらの炭層の山丈・炭丈および各炭層間の岩質は第4図, 石炭の工業分析結果は第2表のようである。

この表に示すように, 発熱量(無水無灰基)は中郷炭礦の石炭が7,030 k.cal/kgでもっとも高く, 次いで神ノ山炭礦 6,820 k.cal/kg, 重内炭礦 6,650 k.cal/kg, 関本炭礦 6,320 k.cal/kgの順である。また深度は中郷炭礦がもっとも深く, 同様の順で関本炭礦がもっとも浅い。なお中郷・神ノ山両炭礦の石炭はJIS石炭分類のF<sub>1</sub>級に, 重内・関本両炭礦のそれはF<sub>2</sub>級に属する。

### 4. ガス湧出圧およびガス湧出量の測定

坑内の切羽・引立・沿層坑道などで採取した石炭(第13, 14, 15, 17図参照)の塊(約20cm×20cm×20cm)を20~30メッシュに粉砕したもの約1kgをすみやかにガス圧測定瓶<sup>4)</sup>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湧出圧を測定し, またこの粉砕試料約100gをガス湧出瓶<sup>5)</sup>の中に入れ, 試料から湧出したガス量を測定した。

両測定結果(第3表)から明らかのように, 炭壁露出日数が等しい場合には, 神ノ山炭礦上層はガス湧出圧が4.7~5.1 kg/cm<sup>2</sup>でもっとも高く, ガス湧出量が0.63~0.71 cc/gでもっとも多く, 次いで神ノ山本層, 関本炭礦上層および重内・中郷両炭礦本層の順である。またガス湧出圧とガス湧出量は正の相関関係にある(第5図)。さらにまた神ノ山炭礦本層(深度-381m)については, 炭壁の露出日数が零の場合のガス湧出圧は5.7 kg/cm<sup>2</sup>, ガス湧出量は0.77 cc/gとなっている(第6図)。一方重内・中郷の両炭礦を除けば, 炭層深度が増加するに従って, ガス湧出圧とガス湧出量はそれぞれ増加する傾向がある(第7図)。

### 5. 坑内水

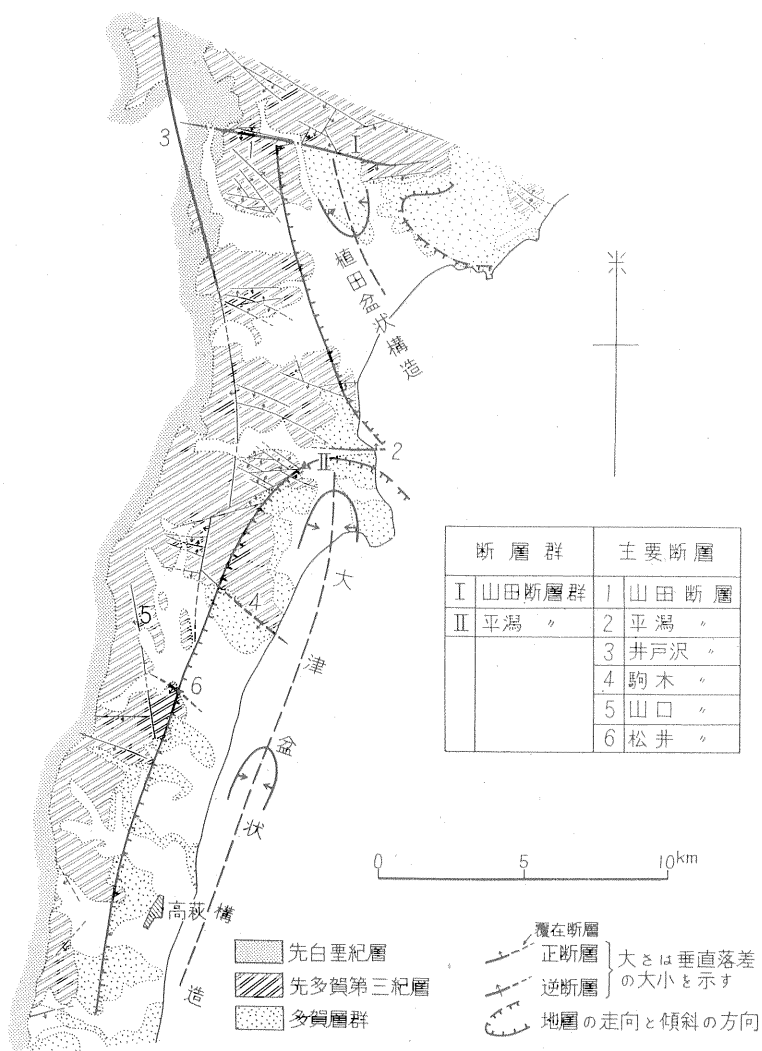
坑内水については, 坑道の天盤や坑壁などから湧出している水や古洞水等を採取した。採取した水は関本炭礦で8点, 神ノ山炭礦で23点, 重内炭礦で10点, 中郷炭礦で34点, 合計75点(第12, 13, 14, 15, 16, 17図参照)で, これらの水の分析結果は第4表に示すとおり

地質時代	層群	累層	厚さ(m)	柱状図	岩相
鮮新世	多賀層群		70~160		凝灰質淤泥岩 凝灰質砂岩
					凝灰質砂岩・凝灰質泥岩・凝灰岩の不規則な互層からなり、下部に礫岩または凝灰角礫岩をレンズ状に挟む
中新世中期—中新世前期	白土層群	中山層	0~80		緑灰色集塊質砂岩を挟む黄褐色含礫粗粒砂岩 青灰色塊状泥岩
		平層	0~180		砂岩・凝灰角礫岩
	湯長谷層群	亀尾層	0~200		帯紫灰色板状頁岩
		水野谷層	50~100		砂岩・淤泥岩
		五安層	0~70		黄色細粒砂岩・粗粒砂岩
		滝夾炭層	0~40		(炭層) 細粒砂岩からなり薄い炭層を挟む
漸新世	白	白坂層	0~140		灰色泥岩
		浅貝層	70~120		細粒砂岩
	水層	石城夾炭層	270~300		礫岩・砂岩・頁岩・石炭の6~10の小輪廻層からなり、下位の輪廻層中に主要炭層を挟む  (上層) (本層)
先白堊記		阿武隈変成岩類・火成岩類・古生層		角閃岩類 花崗岩類	

第 2 図 常磐炭田多賀地区地質模式柱状図(松井 寛・佐藤 茂<sup>D</sup>による)

第 1 表 常磐炭田多賀地区における主要断層一覽表(松井 寛・佐藤 茂<sup>D</sup>による)

断層層群	断層	走向	傾斜	最大垂直落差(m)	備考
山田平湯	山田正断層	E-W	60~90° S	400±	多賀層群を切る
	平湯 "	"	70~80° N		同上
	井戸沢 "	N-S		200±	W側落下, Sほど落差小
	駒木 "	N 45~60° W	60~70° SW	100 "	
	山口 "	N 10° W	70° W	180 "	
	松井 "	N 65° W		150 "	SW側落下

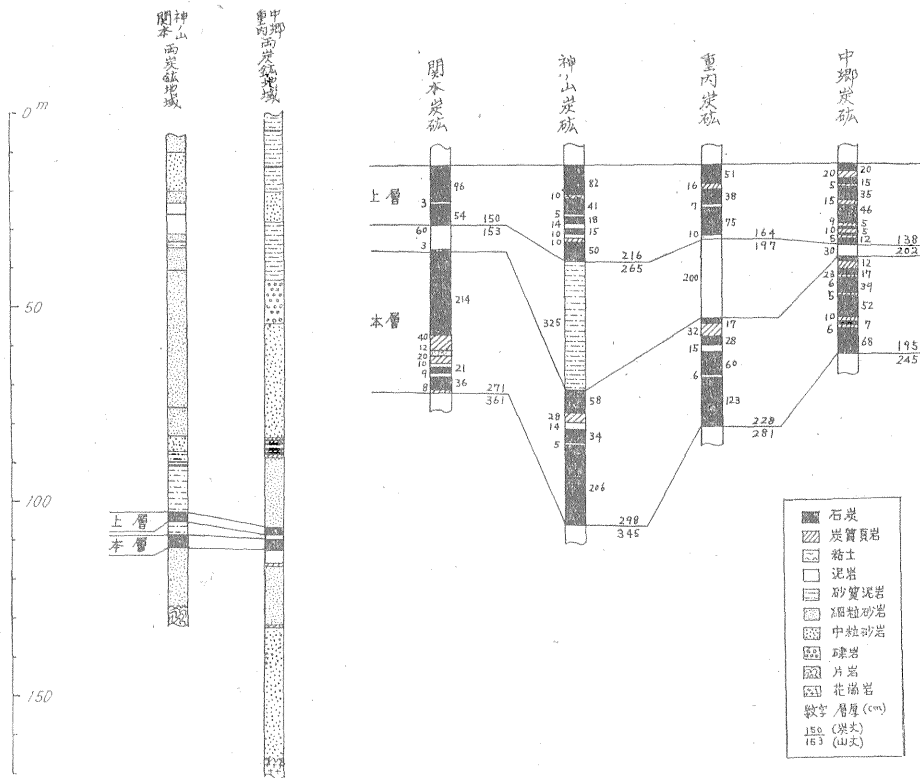


第3図 常磐炭田多賀地区における断層系統図(松井 寛・佐藤 茂による)

第2表 関本・神ノ山・重内・中郷炭礦石炭工業分析結果

試料番号	炭鉱名	試料採取箇所	炭層名	深度 (海水準) (m)	水分 (%)	灰分 (%)	揮発分 (%)	固定炭素 (%)	発熱量 (k.cal/kg)	固定炭素		発熱量* (k.cal/kg)	粘結性	JIS 石炭 分類
										(%)	無灰基			
1	関本 炭礦	140 m 卸	上層	-246	20.45	7.32	39.67	32.56	4,529	45.01	6,320	非粘結	F <sub>2</sub>	
2	神ノ山 //	1,600 m 坑	//	-338	16.91	7.34	37.57	38.18	5,122	50.40	6,820	//	F <sub>1</sub>	
9	重内 //	北斜坑右電卸	本層	-320	17.78	9.92	42.21	30.09	4,753	41.62	6,650	//	F <sub>2</sub>	
10	中郷 //	3 坑北斜坑	"	-478	16.35	8.61	37.75	27.29	5,228	36.37	7,030	//	F <sub>1</sub>	

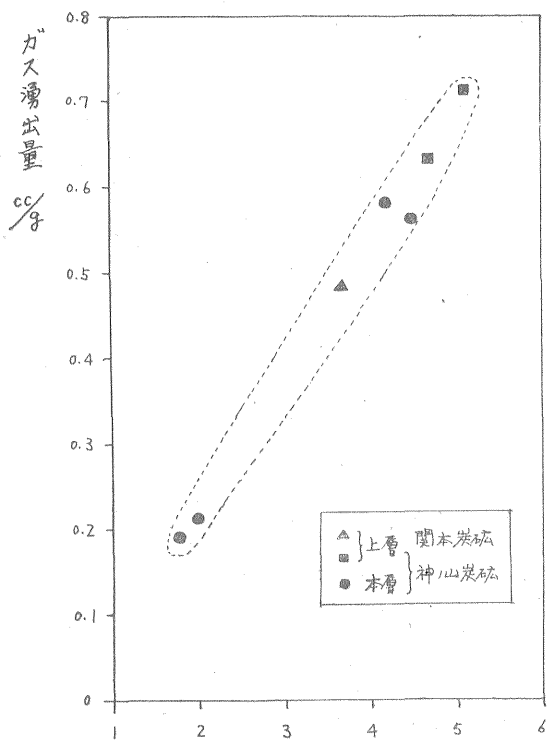
\* 発熱量(無水無灰基) =  $\frac{\text{発熱量}}{100 - \text{水分} - 1.08 \times \text{灰分}} \times 100$



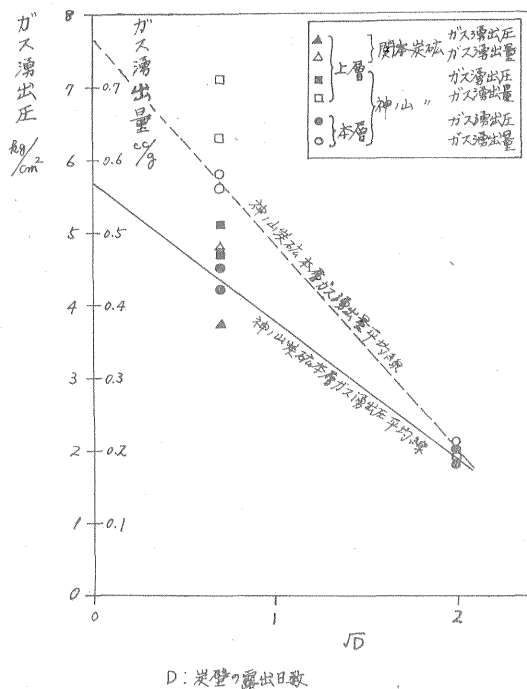
第4図 関本・神ノ山・重内・中郷の4炭礦炭柱図

第3表 ガス湧出圧・湧出量測定結果

試料番号	炭鉱名	炭層名	試料採取箇所	深 度 (海水準) (m)	炭壁露出日数 (日)	ガス湧出圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	ガス湧出量 (cc/g)
1	関本	上層	140 m 卸	-246	0.5	3.7	0.48
3	神ノ山	本層	1,600 m 坑	-381	0.5	4.5	0.56
4	〃	〃	〃	〃	0.5	4.2	0.58
5	〃	〃	〃	〃	4	1.8	0.19
6	〃	〃	〃	〃	4	2.0	0.21
7	〃	上層	1,120 m 坑	-427	0.5	5.1	0.71
8	〃	〃	740 m 坑	-397	0.5	4.7	0.63
9	重内	本層	北斜坑右電卸	-320	0.5	0	0
10	中郷	〃	3 坑北斜坑	-478	0.5	0	0
11	〃	〃	3 坑南斜坑 右 570 m 坑	-530	0.5	0	0

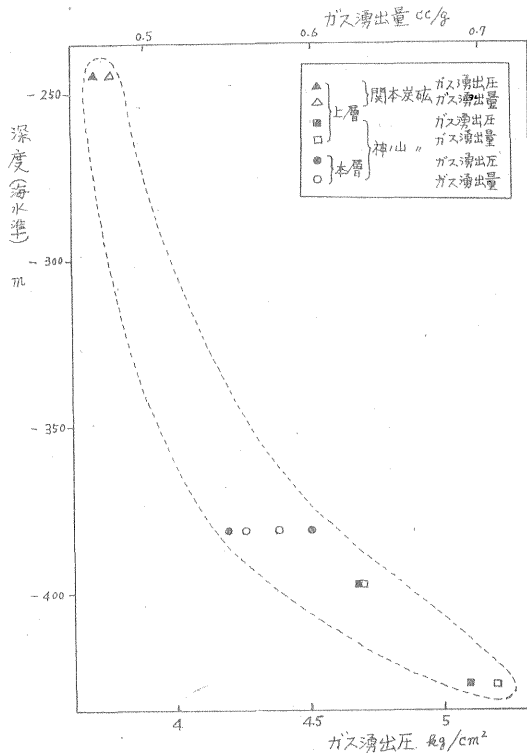


第5図 ガス湧出圧とガス湧出量との関係図



第6図 炭壁露出日数とガス湧出圧・ガス湧出量との関係図

ガス湧出圧  $kg/cm^2$



第7図 深度とガス湧出圧・ガス湧出量との関係図

第4表 関本・神ノ山・重内・

試料 番号	炭鉱名	採水場所	深度 (海水準 m)	採取層位	水量 (m <sup>3</sup> /日)	水温 (°C)	pH	RpH	free CO <sub>2</sub> (mg/l)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)
1	関本	140 m 卸左 9 片	-245	上層上	4.5	26.0	7.2	7.6	10	
2	"	" 上層払面	-246	"	0.3	21.2	7.6	7.8	6	
3	"	" 中層坑道	-250	"	2.1	21.2	7.6	7.8	6	
4	"	" 本線 10 片	-273	下層下	1.0	23.7	8.0			0
5	"	大作卸水抜坑	- 82	上層上	615.0	21.3	9.4			43
6	"	本卸水抜坑	-149	"	1.3	13.5	7.8	7.9	2	
7	"	140 m 卸左 7 片	-218	"	1.3	24.3	7.6	7.7	6	
8	"	" 5 片	-161	"	0.3	9.5	7.8	7.8		
9	神ノ山	本線連絡坑	-398	本層下	5.8	30.0	8.0			0
10	"	本線連水平坑引立	-383	上層上	1.4	27.0	7.5	7.8	4	
11	"	400 m 坑入口	-386	"	40.0	30.0	7.2	7.6	12	
12	"	右 400 m 坑	-385	"	65.0	31.5	7.1	7.6	40	
13	"	右 1,600 m 1 目抜	-411	"	2.3	23.5	7.6	7.8	4	
14	"	左 900 m 坑	-412	"	4.3	31.0	6.6	7.6	82	
15	"	1,120 m 坑下層上添坑	-438	本層下	7.2	32.0	7.8	8.0	4	
16	"	" 上層払上添	-421	上層上	29.0	29.0	7.0	7.4	10	
17	"	本線斜坑 2 目抜半	-165	"	1.7	8.5	8.0			0
18	"	右 740 m 坑 2 号下層払	-389	"	37.0	32.8	7.0	7.6	10	
19	"	1,120 m 坑下層ゲート	-421	本層下	5.8	25.0	8.0			0
20	"	右 740 m 坑 2 号下層払	-362	"	0.7	28.0	7.6	7.8	4	
21	"	" 肩部	-364	"	4.6	31.0	7.1	7.5	12	
22	"	右 1,600 m 坑 1 号払ゲート	-404	上層上	<0.1	26.0	7.8	7.9	4	
23	"	1,120 m 坑上層払面	-430	"	25.0	31.0	7.2	7.5	8	
24	"	本線斜坑通気坑入口	-278	"	1.4	7.5	7.8	7.9	4	
25	"	本線水平坑引立	-400	"	1.4	30.3	7.5	7.7	6	
26	"	本線連水平坑 1,200 m	-383	"	<0.1	25.5	7.6	7.8	6	
27	"	" 旧連水平坑交差点	-384	本層下	19.0	32.3	7.2	7.5	10	
28	"	" 旧下部ポケット	-386	"	<0.1	27.5	7.3	7.6	8	
29	"	旧左 100 m 坑入口	-385	"	0.4	28.5	8.1			0
30	"	人車繋留所	+ 53	上層上	<0.1	13.0	7.0	7.5	12	
31	"	本線連絡坑	-373	本層下	0.3	27.0	8.6			9
32	重内	北斜坑 1 電左 4 片下添	-307	上層上	<0.1	31.0	8.0			6
33	"	" 右電卸下	-320	本層下	0.5	26.5	7.6	7.9	6	
34	"	" 水平坑詰所前	-212	上層上	5.1	22.5	8.0			0
35	"	" " 1 目抜	-213	"	0.4	15.1	7.9	8.0	2	
36	"	南斜坑本線ポンプ座	-267	"	2.2	23.7	8.1			0
37	"	" 左 9 坑連昇	-340	"	0.3	28.0	8.2			8
38	"	中央坑本卸ポンプ座	-153	"	0.7	22.0	8.0			0
39	"	北斜坑左 3 片	-228	"	1.7	25.6				
40	"	右電卸左 2 坑	-388	本層下	1.7	25.6				
41	"	" 右 4 坑	-330	上層上	微量	26.8				
42	中郷	右 150 m 1 号払上添坑	-351	本層下	6.0	29.0	7.0	7.4	18	
43	"	"	-351	"	10.0	26.0	7.2		3	
44	"	右 150 m 2 号払下添坑	-437	"	115.0	32.0	8.0			

中郷炭坑内水分分析結果(1)

HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	KMnO <sub>4</sub> 消費量 (mg/l)	total Fe (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> / Mg <sup>2+</sup>	水中溶存ガス量(cc/l)			水質 記号	備考
									O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> +Ar	CH <sub>4</sub>		
352	5,270	237	0.40	400	57.0	12.3	0.04	7.0	5.17	12.80	0.19	○	
85	7,910	19	1.80	636	90.0	13.5	0.04	7.0	5.85	13.69	0.27	○	
244	7,180	131	2.46	652	76.0	13.5	0.04	8.5	6.00	15.25		○	
274	1,180	88	0.38	14	2.3	8.0	0.03	6.1	6.10	13.35	0.58	□	
186	71	70	0.80	4	1.8	4.6	0.14	2.2	3.47	15.65	1.38	△	s
110	4,140	55	0.80	154	33.0	4.3	0.04	4.6	6.10	17.95	0.42	○	f
964	5,900	37	0.30	494	66.0	25.1		7.6	2.03	23.10	11.00	●	
415	4,920	79	0.45	145	43.0			3.4	6.90	17.10	11.00	○	
235	1,470	3	1.35	43	6.3	18.2	0.06	7.0	4.64	23.40	12.61	□	f
57	8,490	12	0.55	1,080	74.0	23.9	0.34	14.6	5.10	12.92	0.11	○	
439	3,280	42	1.30	226	22.0	8.5	0.84	10.2	1.65	21.00	12.70	○	
1,040	4,370	1,350	2.35	512	53.0	22.1	0.15	9.7	3.05	12.45	8.21	●	
238	4,800	98	0.33	383	37.0	13.9	0.20	10.3	6.30	14.05	0.02	○	
390	3,840	1,220	2.60	528	40.0	14.0		13.2	1.28	15.45	6.24	●	
472	1,010	37	0.83	16	3.2	20.0	<0.01	5.0	2.23	23.38	15.30	□	
164	6,000	24	1.47	673	40.0	10.1	0.09	16.8	2.90	17.02	10.50	○	
106	1,850	93	0.75	105	16.0	14.4	0.08	6.6	8.48	17.00	0	□	
805	1,620	2,240	1.94	369	44.0	23.9	0.13	8.2	1.89	13.38	3.28	■	
396	840	138	1.28	37	5.9	15.8	0.10	6.3	5.65	16.45	2.86	□	
815	690	296	0.20	42	5.0	29.4	0.70	8.4	1.75	15.60	5.52	■	
250	145	576	1.20	14	6.4	15.3	0.02	2.3	2.91	13.62	1.01	△	
171	4,520	666	1.52	368	31.0	19.2	<0.01	11.6				○	
280	4,270	73	0.76	413	30.0	16.5	0.07	13.8	1.88	18.05	6.94	○	
136	1,020	1,150	0.70	252	49.0	18.4	<0.01	5.2	8.35	17.52		■	
67	9,340	14	0.98	1,280	83.0	9.8	<0.01	15.4	2.02	23.00	17.10	○	f
195	4,190	1,950	0.40	478	42.0	11.5	0.04	11.3	3.96	15.00	0.27	●	
134	780	622	0.45	63	14.0	5.3	0.12	4.5	7.00	15.15	2.51	□	
1,080	600	429	2.35	31	3.6	33.1	0.28	8.6	1.25	12.92	0.60	■	
610	380	21	0.80	10	1.1	30.9	0.05	0.7	6.15	13.80	0.05	□	
61	15	315	0.38	5.3	1.5	13.1	0.72	3.5				△	s
535	498	14	0.19	10.4	1.5	16.7	0.13	6.6				□	
1,600	58	69	0.31	16	3.6	54.6	0.11	4.5	6.65	14.05	0.86	▲	
380	143	1,600	0.29	36	7.4	24.6	0.64	4.8	3.20	14.20	0.45	▲	
1,420	64	1,260	0.30	80	37.0	27.0	0.08	2.1				▲	
1,100	85	4,030	0.11	58	15.0	46.8	0.02	3.9	4.63	15.40	0.22	▲	
570	127	1,490	0.15	105	25.0	6.8	0.04	4.2	5.35	14.18	0	▲	
850	860	340	0.22	37	6.6	36.3	0.10	5.6	6.05	12.40	0	■	
650	142	2,530	0.18	298	99.0	27.7	0.03	3.0				▲	
618	64	2,990										▲	
322	129	1,420										▲	
496	167	3,650										▲	
55	152	1,390	0.02	80.5	11.0	4.7	<0.01	7.3	4.45	14.10	0.03	▲	f
89	153	1,400		65.0	8.5			7.6				▲	※f
854	336	1,380	0.28	88.1	12.0	39.1	0.07	7.3	0.49	15.30	0.90	■	



試料番号	炭鉱名	採水場所	深度 (海水準 m)	採取層位	水量 (m <sup>3</sup> /日)	水温 (°C)	pH	RpH	free CO <sub>2</sub> (mg/l)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)
45	中郷	新坑尙掘	-256	上層上	23.0	26.8	8.4		4	
46	"	南斜坑直上ポンプ座	-324	"	10.0	32.5	8.5			21
47	"	570 m 坑見通	-478	本層下	35.0	36.2	7.0	7.5	9	
48	"	" No. 1 ボーリング	-495	"	2.3	34.2	8.6			24
49	"	" No. 2 ボーリング	-492	"	0.4	32.0	8.0			0
50	"	本線連斜坑	-325	上層上	1.1	29.0	7.4	7.7	3	
51	"	南斜坑連卸 300 m 目抜	-407	"	1.2	28.6	8.6			36
52	"	"	-407	"	1.0	28.0	8.4			18
53	"	南斜坑坪下水平坑ボーリング	-473	"	1.7	34.0	7.9		4	
54	"	" " 800 m 目抜	-487	"	4.6	26.5	8.2			
55	"	本線坪下水連水平坑ボーリング	-321	本層下	188.0	28.5	8.1		2	
56	"	"	-321	"	261	27.5	7.3		4	
57	"	右 570 m 坑ロング払	-450	"	<0.1		8.4			18
58	"	北斜坑 37 m 坑	-364	"	2.7	28.0	7.0	7.5	8	
59	"	右 580 m 坑上添坑	-429	"	2,420	34.0	7.0	7.7	4	
60	"	"	-429	"	1,296	34.0	7.5		3	
61	"	北斜坑 200 m 坑詰	-497	"	1.4	35.2	7.0	7.5	8	
62	"	本線卸目抜	-150	上層上	11.0	27.0	8.0			
63	"	本線坪下水平坑ボーリング	-325	"	98.0	25.4	8.4			22
64	"	"	-325	"	104.0	25.0	8.4			24
65	"	北斜坑連巻場裏	-305	"	1,790.0	22.8	8.0			0
66	"	"	-305	"	1,685.0	22.0	7.2		22	
67	"	本線坪下水平坑	-321	"	26.0	26.5	7.4		9	
68	"	南水平坑	-322	"	19.0	25.0	8.6			12
69	"	150 m 2号払上添坑	-409	本層下	446.0	33.4	7.1			
70	"	新坑詰	-341	上層上	4.0	24.0	8.5	84		30
71	"	南斜坑 570 m 上添坑	-444	本層下	78.0	27.8	7.9		3	
72	"	" " 下添坑ボーリング	-510	"	1,440.0	36.7	7.3		9	
73	"	南斜坑連水平部ボーリング	-480	上層上	10.0	34.0	8.0		4	
74	"	" 連水平部	-480	"	20.0	28.7	8.1		4	
75	多賀		-155	"			7.5	7.8	7	

※ ヘリウムガス調査 (牧真一・佐々木実, 1964 年) の際に採取した試料

f 断層帯, s 地表浸透水, Δ 淡水型,

りである。

坑内水を水質的に分類すると、淡水型、化石水型、混合水 (淡水+化石水) 型と、これらが古洞に溜った淡水型古洞水、化石水型古洞水および混合水型古洞水の合計6つの型に大別することができる。

水質別分析表は第5表、古洞水の分類は第6表、水質別・炭鉱別坑内水分析結果は第7表、および Cl<sup>-</sup> と HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>・SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> との関係は第8、9 図にそれぞれ示すとおりである。

(1) 淡水型

Cl<sup>-</sup> 15~169 (106)<sup>注1)</sup>mg/l, Ca<sup>2+</sup> 4~14 (8.1) mg/l,

Mg<sup>2+</sup> 1.5~6.4 (3.7) mg/l, KMnO<sub>4</sub> の消費量 4.6~19.9 (12.4) mg/l, Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup> 1~3.5 (2.4) で、これらの成分は他の型と比較してもっとも少ない。また HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> は 61~660 (362) mg/l で化石水型のそれに次いで少なく、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> は 70~780 (486) mg/l で化石水・混合水の両型に次いで少ない。

(2) 化石水型

Cl<sup>-</sup> 3,280~9,340 (5,843) mg/l, Ca<sup>2+</sup> 145~1,280 (534) mg/l, Mg<sup>2+</sup> 22~90 (51.3) mg/l で、これらは他の型と比較してもっとも多く、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 57~439 (219) mg/l, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 12~666 (121) mg/l で、両者は他の型と比

注1) ( ) 内の数字は平均値を示し、以下同様である。

中郷炭坑内水分析結果(2)

HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	KMnO <sub>4</sub> 消費量 (mg/l)	total Fe (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> / Mg <sup>2+</sup>	水中溶存ガス量(cc/l)			水質 記号	備考
									O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> +Ar	CH <sub>4</sub>		
405	159	1,400	0.08	24.0	7.2	11.2	0.02	3.3	3.38	14.40	0.03	▲	
519	360	1,120	0.10	25.3	6.8	35.0	0.03	3.7	0.98	15.77	0.80	■	
43	157	1,390	0.03	58.1	1.6	8.3	0.08	36.7	1.24	17.42	0.06	▲	
195	147	1,400	0.31	58.5	1.5	18.0	0.42	39.0	0.67	18.05	0.15	▲	
88	150	1,410	0.32	53.7	2.2	7.5	0.14	24.0	2.32	17.31	0.52	▲	
152	96	2,140	0.10	233.0	38.0	44.2	0.04	6.1	1.81	13.30	0.15	▲	
610	682	410	0.20	13.0	6.1	24.9	0.06	2.1			0.03	□	
474	695	614		18.0	12.2			1.5				□	※
244	166	1,450	0.40	44.0	5.4	11.2	0.04	8.1	3.62	13.53	0.02	▲	
714	262	53	0.03	14.0	3.7	36.0	0.02	3.8	3.40	13.32	0.06	■	
85	132	1,330	0.30	128.0	9.1	4.7	0.06	14.0	1.67	17.60	0.62	▲	
117	123	1,250		111.0	6.3			17.7			1.33	▲	※
372	141	1,400	0.10	36.0	6.6	15.6	0.03	5.5				▲	
451	156	1,440	0.40	130.0	22.0	16.2	0.07	5.9	2.14	15.96	0.06	▲	
49	145	1,400	0.17	100.0	4.0	3.4	0.02	25.0	4.41	14.35	0.06	▲	f
62	139	1,400		97.0	4.0			24.4			0.10	▲	※ f
256	180	1,700	0.01	190.0	6.0	3.9	0.02	32.0	1.97	14.25	0.76	▲	f
1,540	49	297	0.25	33.0	7.4	43.9	0.11	4.5	4.80	14.21	0	▲	
534	169	586	0.43	10.0	3.1	9.3	0.11	3.2	4.60	15.14	0.01	△	
482	153	590		5.0	5.0			1.0			0.01	△	※
843	63	213	0.22	14.0	6.0	28.6	0.04	2.4	0.82	10.50	1.25	▲	
917	28	156		20.0	8.3			2.4			0.84	▲	※
660	83	780	0.20	10.0	4.4	19.9	0.03	2.2				△	
404	169	1,380		12.0	8.3			1.4				▲	※
466	191	1,290		48.0	13.7			3.5				▲	※
846	305	22		4.0	3.7			1.0				■	※ f
43	139	2,700		98.0	3.8			25.7				▲	※ f
591	154	3,100		32.0	9.6			3.4				▲	※
400	199	1,590		16.0	3.9			4.1				▲	※ f
305	219	2,580		32.0	7.8			4.1				▲	※
1,410	91	520	0.25	62.0	13.0	34.9	0.82	3.3	2.57	17.29	3.26	▲	

○ 化石水型, □ 混合水(淡水+化石水)型, ▲ 淡水型古洞水, ● 化石水型古洞水, ■ 混合水型古洞水

較してもっとも少ない。

(3) 混合水型

Cl<sup>-</sup> 380~1,850 (939) mg/l, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 106~610 (385) mg/l, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 3~614 (204) mg/l, Ca<sup>2+</sup> 10~105 (32.9) mg/l, Mg<sup>2+</sup> 1.1~16 (5.9) mg/l で、これらの成分は淡水と化石水の混合した水質を示している。

(4) 淡水型古洞水

Cl<sup>-</sup> 7~8.6 (7.7) mg/l, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 43~1,600 (492) mg/l, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 69~4,030 (1,611) mg/l, Ca<sup>2+</sup> 12~298 (72.4) mg/l, Mg<sup>2+</sup> 1.5~99 (13) mg/l, KMnO<sub>4</sub> の消費量 3.4~54.6 (20.4) mg/l である。

(5) 化石水型古洞水

Cl<sup>-</sup> 384~5,900 (4,575) mg/l, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 195~1,040 (647) mg/l, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 37~1,950 (1,139) mg/l, Ca<sup>2+</sup> 478~528 (503) mg/l, Mg<sup>2+</sup> 40~66 (50.3) mg/l, KMnO<sub>4</sub> の消費量 11.5~25.1 (18.2) mg/l である。

(6) 混合水型古洞水

Cl<sup>-</sup> 262~1,620 (639) mg/l, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 136~1,080 (735) mg/l, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 22~2,240 (781) mg/l, Ca<sup>2+</sup> 4~369 (95.8) mg/l, Mg<sup>2+</sup> 3.7~49 (14.9) mg/l, KMnO<sub>4</sub> の消費量 18.4~39.1 (31.4) mg/l である。

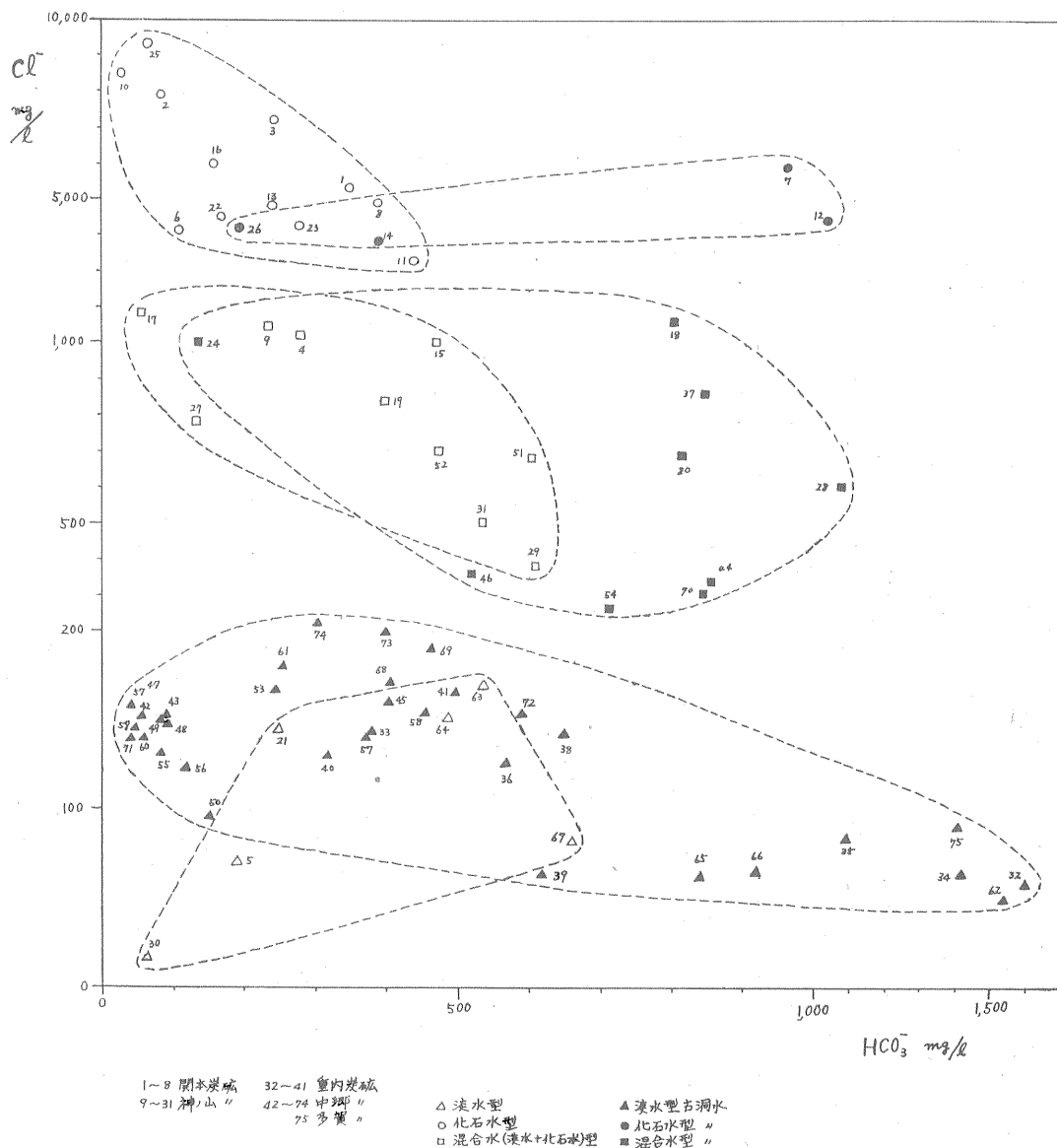
このように、3つの型の古洞水は他の型と比較して

$\text{HCO}_3^-$  と  $\text{SO}_4^{2-}$  が多いのが特徴であるが、これには  $\text{HCO}_3^-$  が多くて  $\text{SO}_4^{2-}$  が少ないもの、反対に  $\text{SO}_4^{2-}$  が多くて  $\text{HCO}_3^-$  が少ないもの、および両者の多いものの3種類がある(第8, 9図, 第6表参照)。 $\text{HCO}_3^-$  が多いのは石炭からの溶出, また  $\text{SO}_4^{2-}$  の多いのは硫化物の酸化溶出に原因しているものと考えられる。

一方第7表の水質別・炭鉱別の坑内水平平均分析表に示すように, 関本炭礦の坑内水のほとんどは化石水型に, 神ノ山炭礦のそれは化石水型, 混合水型および混合水型

古洞水に属して, それぞれ  $\text{Cl}^-$  が比較的多い。これに反して, 重内・中郷両炭礦の大部分は淡水型古洞水(中郷炭礦の一部は淡水型, 混合水型および混合水型古洞水)型に属して, それぞれ  $\text{Cl}^-$  が比較的に少ない。重内・中郷両炭礦の坑内水には  $\text{SO}_4^{2-}$  が多いのは後述の地質条件の相違によるものと思われる。

なお坑内水の温度は, 深度約25mの増加に対して  $1^\circ\text{C}$  の割合で高くなっている(第10図参照)。

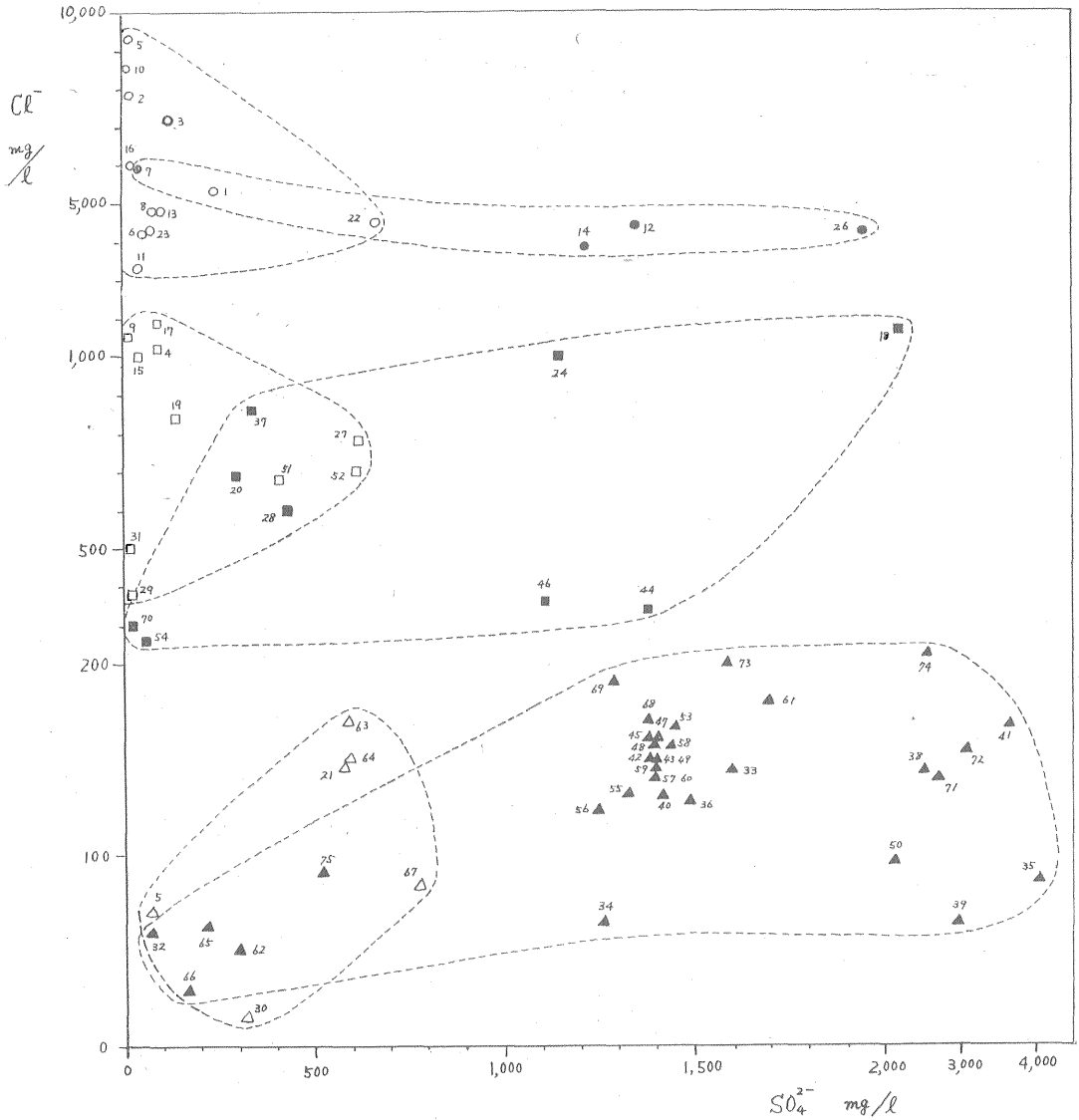


第8図  $\text{Cl}^-$  と  $\text{HCO}_3^-$  との関係図

6. 坑内水とガスとの関係

坑内水中の溶存メタンガス量は、化石水型古洞水が 0.27~11.00 (6.43) cc/l でもっとも多く、次いで化石水型 0.11~17.10 (5.93) cc/l、混合水型 0~15.3 (4.24) cc/l、混合水型古洞水 0~5.52 (1.59) cc/l、淡水型 0.01~1.38 (0.6) cc/l、淡水型古洞水 0~3.26 (0.53) cc/l の順で、Cl<sup>-</sup> 量と正の相関関係がある (第5表, 第11図参照)。

一方各炭鉱においては炭層の深度が増す(東方に進む)にしたがって、Cl<sup>-</sup> (第12~17図参照)と溶存メタンガス量 (第12, 13, 16, 17図参照)はそれぞれ増加する傾向があり、また炭層深部(同一深度)における Cl<sup>-</sup> と溶存メタンガス量は関本・神ノ山の両炭鉱が非常に多く、重内・中郷の両炭鉱がきわめて少ない。これは4項で述べた石炭中のガス湧出圧とガス湧出量の場合とよく一致する。さらにまた各炭鉱とも、上層上位の含水層は本層下位の含水層と比較して Cl<sup>-</sup> と溶存メタンガス



1~8 関本炭鉱      32~41 重内炭鉱  
 9~31 神ノ山      42~74 中郷炭鉱  
                          75 多賀

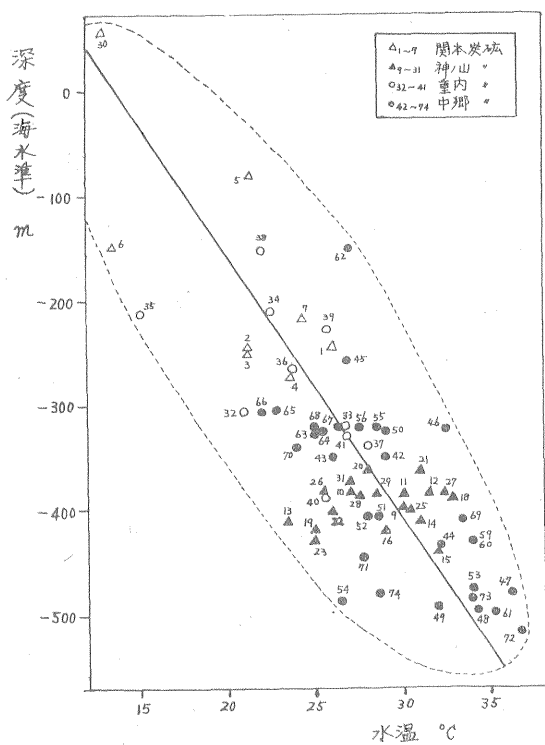
× 地表水      ▲ 淡水型古洞水  
 △ 淡水型      ● 化石水型  
 ○ 化石水型      ■ 混合水型  
 □ 混合水(淡水+化石)型

第9図 Cl<sup>-</sup>とSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>との関係図

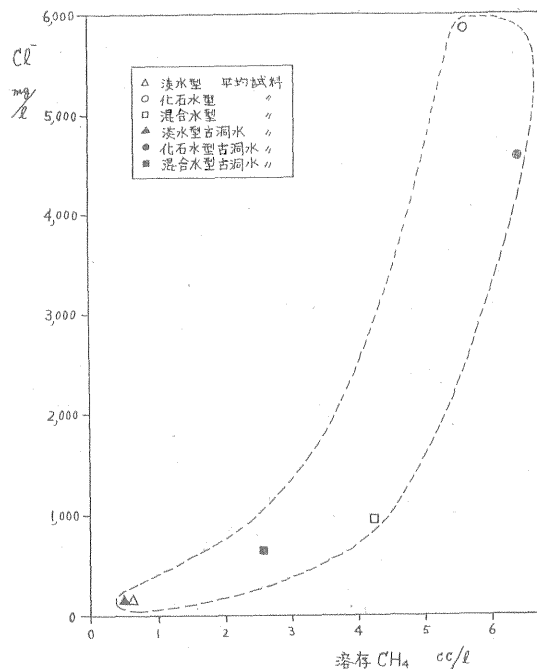
第 5 表 水質別坑内水分析表

成分 水型	pH	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	KMnO <sub>4</sub> 消費量 (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> / Mg <sup>2+</sup>	溶存 CH <sub>4</sub> (cc/l)
淡水型	7.1~9.4 (8.0)	15~169 (106)	61~660 (362)	70~780 (486)	4~14 (8.1)	1.5~6.4 (3.7)	4.6~19.9 (12.4)	1~3.5 (2.4)	0.01~1.38 (0.6)
化石水型	7.2~7.8 (7.5)	3,280~ 9,340 (5,843)	57~439 (219)	12~666 (121)	145~1,280 (534)	22~90 (51.3)	4.3~23.9 (13.2)	3.4~ 16.8 (10.3)	0.11~ 17.10 (5.93)
混合水型 (淡水+化石水)	7.2~8.6 (8.1)	380~1,850 (939)	106~610 (385)	3~614 (204)	10~105 (32.9)	1.1~16 (5.9)	5.3~30.9 (17.1)	0.7~7.0 (4.6)	0~15.3 (4.24)
淡水型古洞水	7.0~8.6 (7.7)	28~219 (132)	43~1,600 (492)	69~4,030 (1,611)	12~298 (72.4)	1.5~99 (13)	3.4~54.6 (20.4)	1.4~39 (10.8)	0~3.26 (0.53)
化石水型 古洞水	7.1~7.6 (7.2)	384~5,900 (4,575)	195~1,040 (647)	37~1,950 (1,139)	478~528 (503)	40~66 (50.3)	11.5~25.1 (18.2)	7.6~ 13.2 (10.5)	0.27~ 11.00 (6.43)
混合水型 古洞水	7~8.5 (7.9)	262~1,620 (639)	136~1,080 (735)	22~2,240 (781)	4~369 (95.8)	3.7~49 (14.9)	18.4~39.1 (31.4)	1.0~8.6 (5.8)	0~5.52 (1.59)

( ) 内の数値は平均値を示す



第 10 図 深度と水温との関係図



第 11 図 Cl<sup>-</sup>と溶存 CH<sub>4</sub> との関係図

第 6 表 古 洞 水 の 分 類 表

炭鉱名 古洞水		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> が多く, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> が少ない	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> が多く, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> が 少ない
淡水型古洞水	重 内	32	33, 36, 38~41
	中 郷	62, 65, 66, 75	42~45, 47~50, 53, 55~61, 68, 69, 71~74
化石水型 //	関 本	7	
	神ノ山		14, 26
混合水型 //	神ノ山	20, 28	24
	重 内	37	
	中 郷	54, 70	46

数字は試料番号

第 7 表 水 質 別 ・ 炭 鉱 別 坑 内 水 平 均 分 析 表

水 質 型	炭 鉱 名	成 分								
		Cl <sup>-</sup> (mg/l)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	KMnO <sub>4</sub> 消費量 (mg/l)	Ca <sup>2+</sup> / Mg <sup>2+</sup>	溶存CH <sub>4</sub> (cc/l)	試 料 箇 数
淡 水 型	関 本	71	186	70	4.0	1.8	4.6	2.2	1.38	1
	神ノ山	80	156	446	9.7	4.0	14.2	2.9	1.01	2
	中 郷	135	559	652	8.3	4.2	14.6	2.1	0.01	3
化 石 水 型	関 本	5,884	241	104	397.0	59.8	10.9	6.1	2.97	5
	神ノ山	5,814	202	133	646.0	31.7	14.6	13.2	7.89	7
混 合 水 型 (淡水+化石水)	関 本	1,180	274	88	14.0	2.3	8.0	6.1	0.58	1
	神ノ山	975	355	133	40.6	5.4	17.3	5.2	0.56	7
	中 郷	689	542	512	15.5	9.2	24.9	1.8	0.03	2
淡 水 型 古 洞 水	重 内	109	795	2,115	78.3	31.1	31.3	3.8	0.36	9
	中 郷	140	383	1,429	71.0	8.6	15.8	12.5	0.54	25
化 石 水 型 古 洞 水	関 本	5,900	964	37	494.0	66.0	25.1	7.6	11.00	1
	神ノ山	4,133	542	1,507	506.0	45.0	15.9	11.4	4.91	3
混 合 水 型 古 洞 水	神ノ山	983	709	529	137.5	25.4	26.2	7.6	3.13	4
	重 内	860	850	340	37.0	6.6	36.3	5.6	0	1
	中 郷	316	733	644	32.9	6.6	36.7	4.0	0.59	4

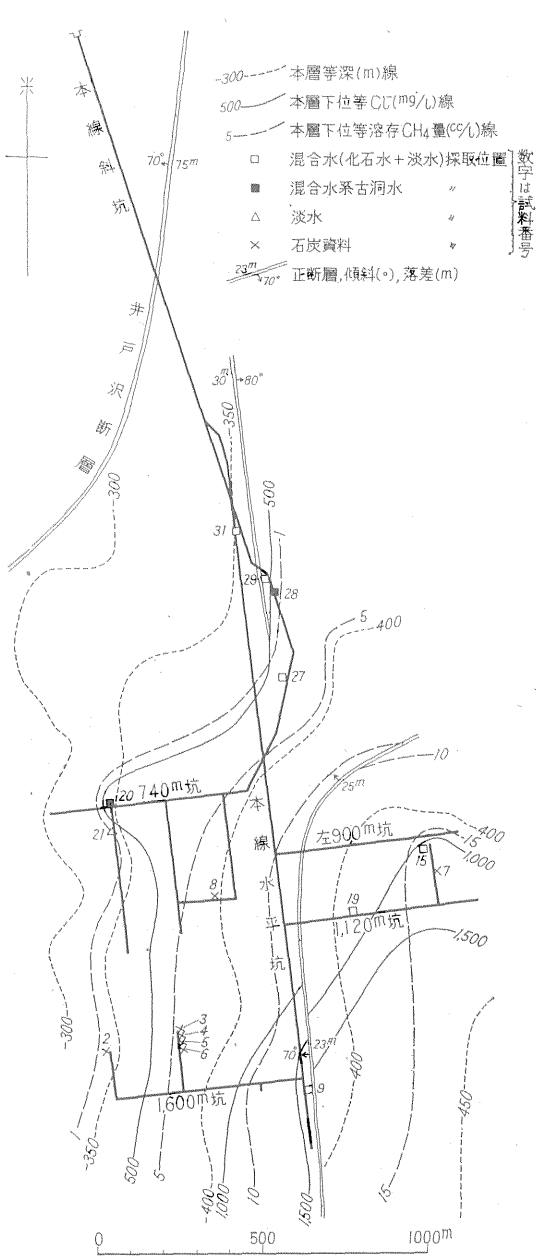
量が多い。これらのことがらは炭質<sup>注2)</sup>とは無関係であって、地質条件の相違に原因しているものと思われる。すなわち、重内・中郷両炭礦地域における含水層は主として中粒砂岩と礫岩、本層下位のそれはおもに中粒砂岩からなるが、関本・神ノ山両炭地礦域では、上層上位と本層下位の含水層は主として細粒砂岩からなっている

(第4図参照)。また両地域における本層下位の含水層は上層上位のそれと比較して粗鬆であり、とくに重内・中郷両炭礦地域は著しい。したがって、重内・中郷地域は関本・神ノ山地域と比較して、含水層を通じて地表水の地下浸透とガスの逸散が大であるために、Cl<sup>-</sup>・ガス量が少なく、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 量が多いものと考えられる。

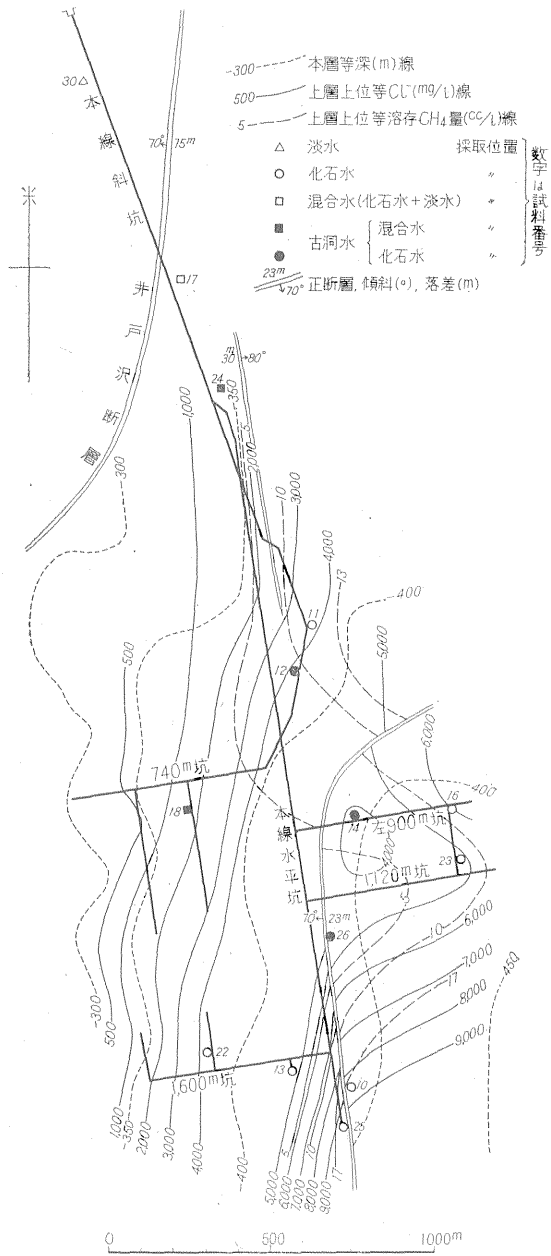
注2) 中郷炭礦の石炭は発熱量(無水無灰基)がもっとも高く、かつ炭層深度が深く、次いで神ノ山炭礦、重内炭礦、関本炭礦の順である。

## 7. 結 論

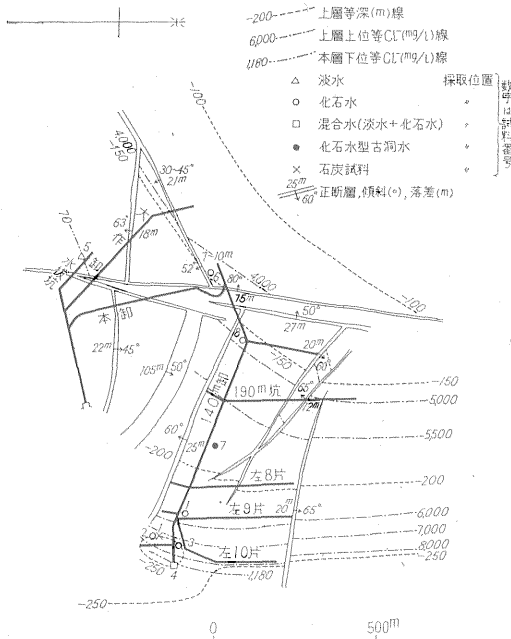
今回筆者らが明らかにすることができたおもな事項を



第12図 神ノ山炭礫上層上位等 Cl<sup>-</sup> 線, 等溶存 CH<sub>4</sub> 量線図



第13図 神ノ山炭礫本層下位等 Cl<sup>-</sup> 線, 等溶存 CH<sub>4</sub> 量線図



要約すれば次のとおりである。

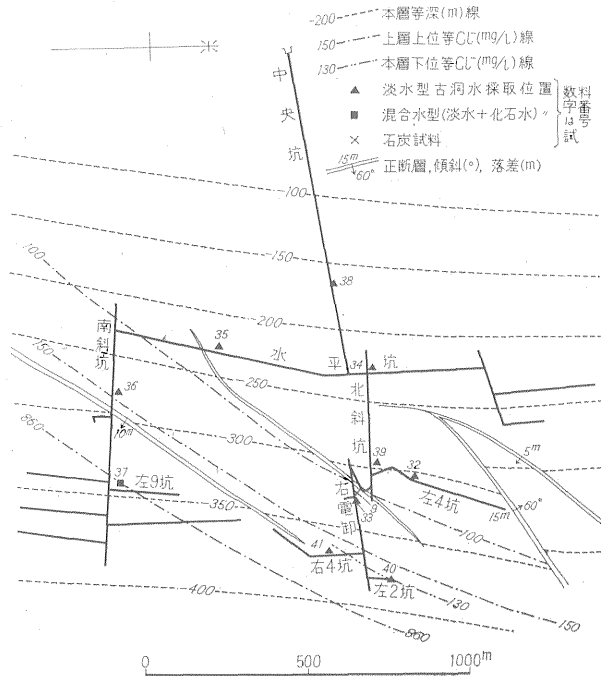
(1) 石炭中のガス湧出圧・ガス湧出量と坑内水中の CI・溶存メタンガス量は正の相関関係があり、炭層の深度が増加するにしたがって、これらの数値は増す傾向がある。また関本・神ノ山両炭礦は重内・中郷両炭礦と

比較して、これらの数値がきわめて大きい。

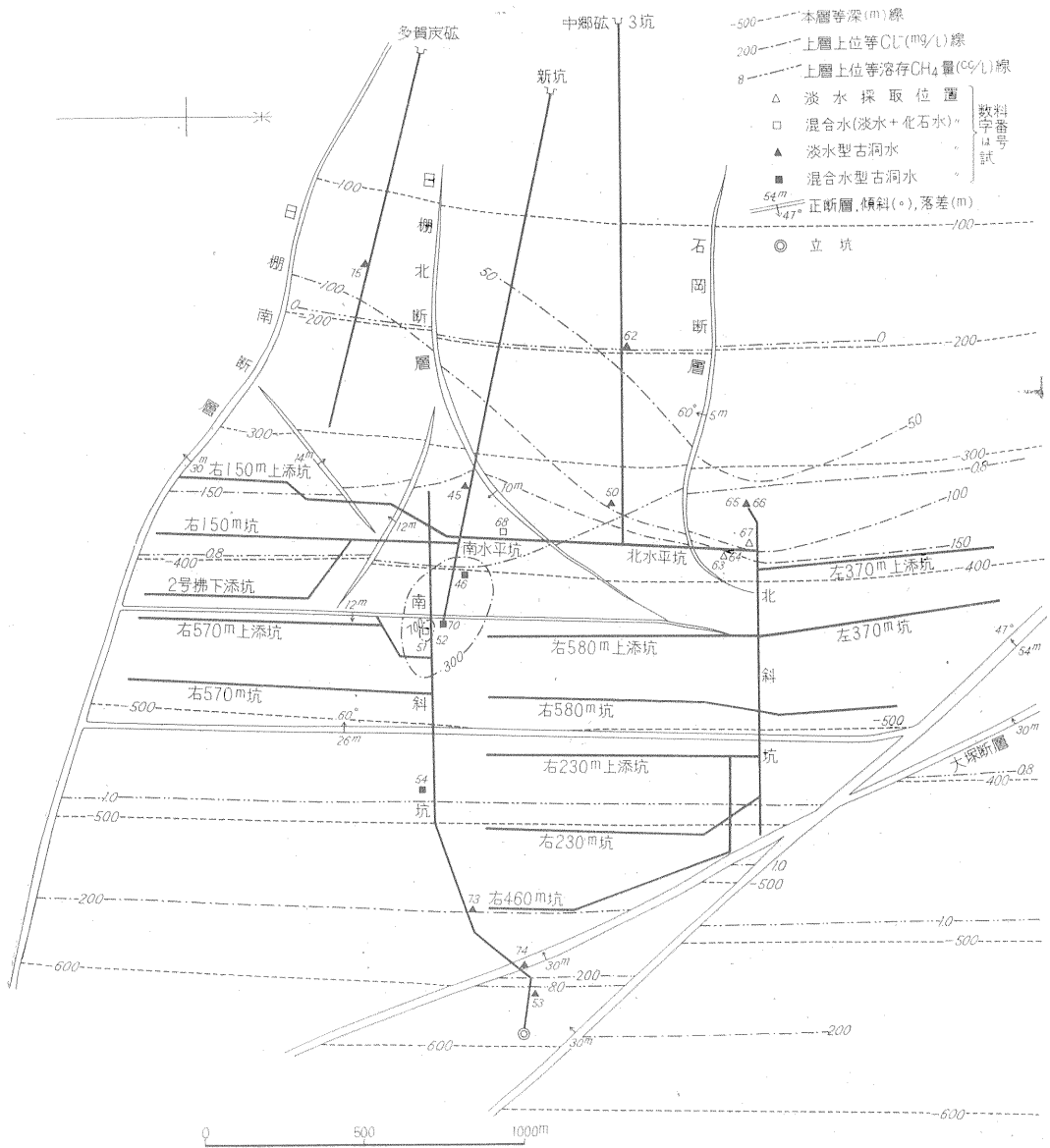
(2) 以上の調査結果からすれば本地域における坑外からのガス抜きは、関本・神ノ山両炭礦の深部(東～南東方向)とくに平潟断層群中の各断層が集約している平潟断層、ならびに駒木断層(第3図参照)付近が有望であり、駒木断層以南の地域はあまり期待はできないものと思われる。ただしこの場合ガス抜き試験孔中の水位が低くなければならない。

参考文献

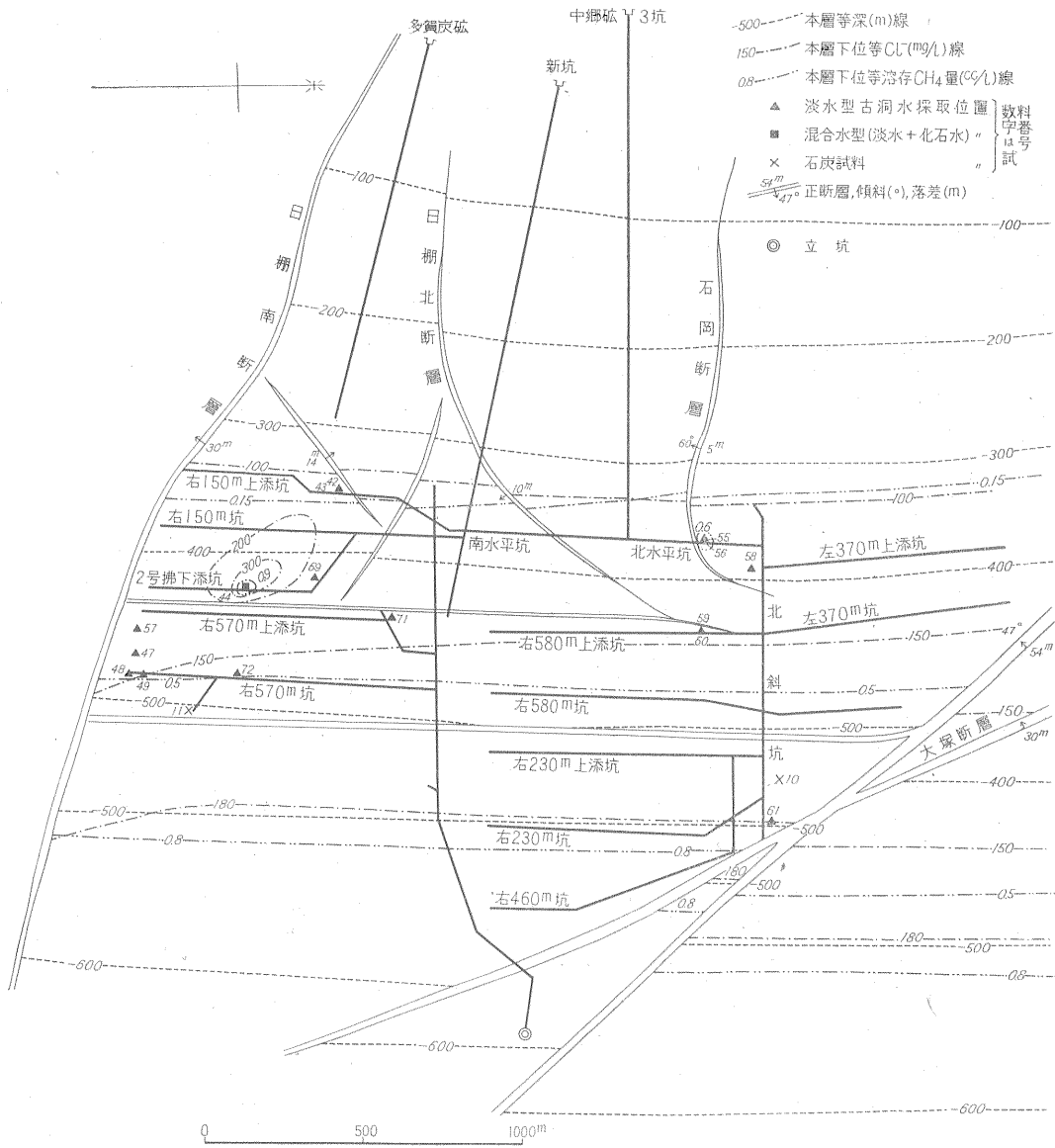
- 1) 須貝貫二・松井 寛・佐藤 茂他4名：常磐炭田地質説明書，地質調査所，1957
- 2) 工業技術院地質調査所：日本鉱産誌 V-a，硯書房，1960
- 3) 須貝貫二・佐々木 実・永田松三：わが国の炭田ガスについて，石炭利用技術会会議録，1959
- 4) 佐々木 実・永田松三：釧路炭田釧路炭礦における炭田ガスの調査研究報告，地質調査所月報，Vol. 14, No. 4, 1963
- 5) 佐々木 実他2名：炭田ガス賦存状態の調査方法について，炭礦技術，Vol. 13, No. 3, 1958
- 6) 佐々木 実・永田松三：常磐炭田磐崎礦における炭田ガスの調査研究報告，地質調査所月報，Vol. 14, No. 4, 1963
- 7) 佐々木 実・永田松三：筑豊炭田赤池炭礦における炭田ガスの調査研究報告，地質調査所月報，Vol. 14, No. 11, 1963







第 16 图 中郷炭礦上層上位等 Cl<sup>-</sup> 線, 等溶存 CH<sub>4</sub> 量線圖



第 17 図 中郷炭田本層下位等 Cl<sup>-</sup> 線, 等溶存 CH<sub>4</sub> 量線図