

北海道古第三系泥質岩の化学組成
 ——石狩原料炭34号試すいにおける一例——

粕 武* 佐川 昭**

Geochemical Study on Paleogene Muddy Sediments in the Central Hokkaido
 (Chemical compositions of drilling cores)

By

Takeshi KOMA & Akira SAGAWA

Abstract

Recently, the authors had an opportunity to investigate chemically the drilling cores from the Ashibetsu area, northeastern Ishikari coal field, central Hokkaido. Especially, Cl^- contents (water soluble) of muddy or silty sediments were examined to clarify the geologic environments of the Ishikari coal field.

About a hundred handspecimens from the Paleogene formations were prepared for chemical analyses. It has been clarified that the Cl^- content varies remarkably; e.g. the minimum value is 188 mg/l and the maximum 8,840 mg/l.

The authors suggest that the muddy sediments containing a small amount of Cl^- might be deposited under the condition of nonmarine shallow water or these sediments might be flushed by the meteoric water and decreased Cl^- content.

On the other hand, muddy sediments containing a large amount of Cl^- might be deposited under the marine condition. The other chemical compositions of sixteen core samples were investigated and the results were compared with the average values proposed by CLARKE, F. W. (1920). The chemical components of these cores is characterized by the richness of TiO_2 , FeO and Na_2O , and the poorness of Fe_2O_3 , CaO, K_2O and $\text{H}_2\text{O}(+)$.

This paper treats of the problems on a relation between the formations of carbonate or clay minerals associated with the muddy sediments and the chemical properties of rocks.

要 旨

石狩炭田の北東地域に位置する芦別地区で試掘された、「石狩原料炭34号試すい」から得られた泥質岩試料について、水溶性塩素および主成分の分析を行ない、これらにつき若干の地球化学的考察を試みた。

水溶性塩素の含量は最低188mg/l、最高8,840mg/l Cl^- にわたり、その含有量には大きな開きがある。

水溶性塩素の含量が上述のように著しく変化するのは、主に堆積環境に支配されたものと思われる。すなわち、1,000mg/l Cl^- 以下の含量を示す泥質岩は、堆積後、現在までの間に塩分に乏しい水であらわれたことによるか、または淡水域に堆積し、堆積後、現在までの間に地

下水の影響が比較的少なかったことによるものと考えられる。1,000mg/l Cl^- 以上の含有量を示す泥質岩は海水中で堆積したものと考えるのが妥当と思われる。さらに、堆積後現在までの間に天水起源の水の影響が少なかったため、比較的 Cl^- を多く保有しているものと考えられる。

ここに取り上げた泥質岩の化学組成は一般に CLARKE, F. W. (1920)が求めた頁岩の平均組成と比較して、 TiO_2 ・FeO・ Na_2O に富み、 Fe_2O_3 ・CaO・ K_2O ・ $\text{H}_2\text{O}(+)$ に乏しい。

その他泥質岩の水溶性塩素と地質の関係から地下水の挙動を、また主成分の化学組成と炭層の関係から泥質岩中の炭酸塩鉱物・粘土鉱物の生成機構について考察した。

* 技術部

** 北海道支所燃料部

1. 緒言

この報告は、著者らが従来から研究してきた、北海道における泥質岩類の化学組成とくに泥質岩類の水溶性塩素に関する内容を扱っている。

これらの研究は、地層の堆積環境に関連する面と、地層堆積後の続成作用および大気圏からの影響に関連する面をもっている。研究計画期間は6カ年であって、はじめに苫前炭田・天北炭田の研究がなされ、その後石狩炭田がとりあげられた。さいわい、石狩炭田地域において、深部炭層の開発を目的として、深度935mに達する「石狩原料炭34号試すい」が掘さくされた。

ここに、その試すいから得られた泥質岩コア試料に対して行なった水溶性塩素および主成分についての研究結果を報告する。

従来この種の研究は、本島公司・牧真一・牧野登喜男・伊藤司郎・柴田賢(1962)によって先鞭がつけられた

が、わが国ではその後見るべきものがなく今日に及んでいる。また標題の地域の地質については清水勇・田中啓策・今井功(1953)による上芦別図幅、および河野義礼・松井和典・清水勇(1956)による歌志内図幅を参照した。

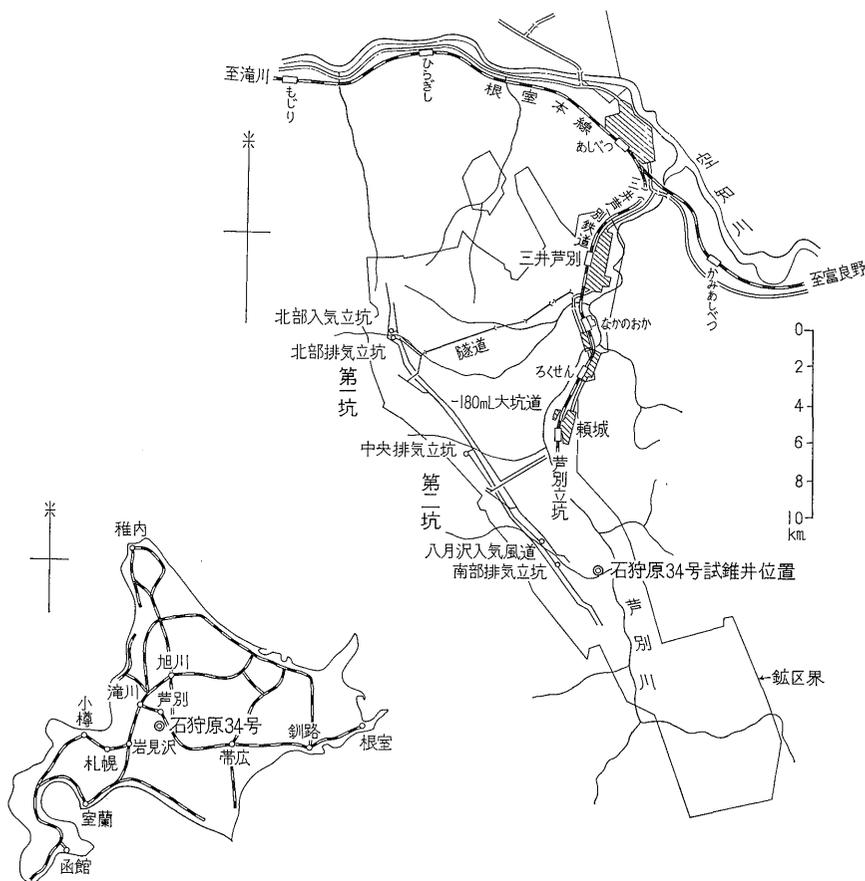
この研究成果を述べるに当たり、試料採取と地質資料提供に協力下された札幌通商産業局石炭部炭業課斎藤義人氏ほか課員、三井鉱山株式会社芦別鉱業所企画課坂本礼氏ら企画係員などの方々に謝意を表す。またX線回折は、五十嵐昭明技官を煩わした。

2. 試すい位置および試料採取位置

石狩原料炭34号試すいは、国鉄根室本線の芦別駅から芦別川沿いに南方約20kmの八月沢入口付近に位置し、現在、三井鉱山株式会社芦別鉱業所で採炭している地域内にある(第1図)。

標高は坑口で海水準+232mである。

試料は原則としてコアの泥質部から10mごとに採取



第1図 石狩原34号試すい位置図
Location of Ishikari 34 test well

し、泥質部が20m以上も見当たらない部分では粒度の細かい砂質の岩石を採取した。試料の総計は98個である。

試料を採取した層準は、下位から登川層(1個)、幌加別層(16個)、夕張層(9個)、若鍋層(8個)、美唄層(14個)および赤平層(50個)である。

水溶性塩素の分析は全試料について行ない、主成分の分析は登川層(1個)、幌加別層(2個)、夕張層(2個)、若鍋層(1個)、美唄層(4個)および赤平層(6個)から採取した計16個の試料について行なった。

3. 地 質

石狩原料炭34号試すい付近の代表的地質柱状を、第2図に示す。この試すい付近の地層の走向はほぼ南北で、傾斜は東へ45°~50°である。第三紀層は白亜紀層を基盤として発達し、その層序は下位から登川層、幌加別層、夕張層、若鍋層、美唄層および赤平層である(第2図)。

登川層は主として砂岩から成り、砂質泥岩・泥岩および礫岩をまじえ、10数枚の移行炭層を挟有する。下部はほとんど灰白色の砂岩からなり、上部は暗灰色の泥岩を主とする。炭層は下部に密に集まり、上部にまばらで、良好な炭層は少ない。

幌加別層は登川層の上に整合に重なる地層で、主に泥質岩から成る。淡水棲化石を多産し、炭層を挟まない。

夕張層は砂岩を主とし、泥岩や泥質砂岩を挟む地層で、無数の薄い炭層または炭質頁岩層を挟有する。全般に凝灰質の地層を挟み、砂岩は青灰色または灰白色の中粒砂岩で堅硬、かつ塊状を呈することが多く、泥岩は暗灰色である。単層は一般に連続性に乏しく、植物化石を多産する。炭層は比較的上部に密集し、下部には少ない。

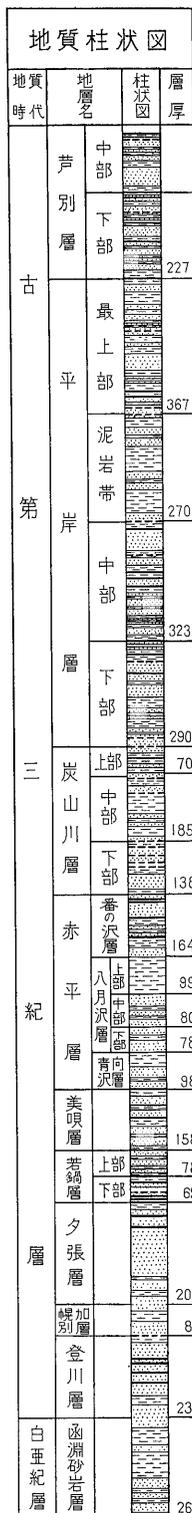
若鍋層は下部に良好な炭層を挟む。この炭層の上位に瀕海性を示す化石をともなう。若鍋層下部の夾炭層を茂尻夾炭層、茂尻夾炭層の上位の海棲化石を含む地層を若鍋含化石層と呼んでいる。

茂尻夾炭層は青白色の細粒砂岩と灰色泥岩との互層から成る。砂岩は塊状または板状の層理を示す。泥岩は一般に塊状である。

若鍋含化石層は海棲化石や泥灰岩を含有する特徴のある海成層で、この地域では細粒砂岩から成る。

美唄層は半淡半鹹性の砂岩・泥岩の互層で、化石および炭層を夾有している。砂岩は中粒ないし細粒であり、泥岩は灰白色ないし暗灰色で層理がよく発達している。

赤平層は下部から青向沢層・八月沢層および番の沢層の3部層に区分され、八月沢層はさらに下部・中部および上部に3分される。



層厚単位：m

泥質岩
 砂質岩
 石炭及炭質頁岩

第2図 芦別炭鉱付近の代表的地質柱状図(佐川, 1969)

Geologic columnar section of Ashibetsu Coal Mine

青向沢層は薄い葉片状層理を有する泥岩・炭質頁岩・
細粒砂岩の薄い互層からなり、化石は産出しない。

八月沢層下部および中部は暗灰色泥岩と細粒ないし中
粒砂岩との互層からなり、八月沢層下部からは蜆介を、
八月沢層中部からはカキ介を特徴的に多産する。

八月沢層上部は主として黒色ないし灰黒色の無層理泥
岩からなり、海棲介化石を産する。

番の沢層は砂岩を主とし、蜆介を含み、炭層を挟む。

4. 分析結果

4.1 泥質岩の水溶性塩素

泥質岩中の水溶性塩素の分析結果を、第1表に示す。

第1表 コア試料の水溶性塩素などの分析結果
Chemical composition of core samples

試料 番号	採取 深度 (m)	岩 相	海水準 深 度 (m)	見 掛 比 重	含 水 率		希 積 率	分 析 成 分		地 層 名
					重 量 比 (%)	容 量 比 (%)		pH	Cl- (mg/l)	
1	5.5	極 細 粒 砂 岩	+ 226.5	2.54	3.85	9.79	25.70	8.7	136	番 の 沢 層
2	14.7	極 細 粒 砂 岩	217.3	1.55	5.04	7.86	19.29	8.9	306	
3	25.2	シ ル ト	206.8	2.57	3.18	8.20	31.12	9.2	662	
4	35.4	シ ル ト (炭質物入)	196.6	2.45	4.10	10.34	24.09	7.7	342	
5	45.8	シ ル ト (炭質物入)	186.2	2.56	3.49	8.99	28.29	9.2	602	八 月 沢 層 上 部
6	56.2	シ ル ト	175.8	2.59	3.28	8.51	30.22	9.1	667	
7	68.7	シ ル ト	163.3	2.50	5.00	12.55	19.55	9.0	415	
8	75.6	シ ル ト	156.4	2.50	1.01	3.14	101.00	9.2	176	
9	86.5	シ ル ト	145.5	2.56	3.14	8.73	29.26	9.1	725	
10	96.4	シ ル ト	135.6	2.54	3.90	9.92	25.41	9.2	495	
11	107.4	シ ル ト (一部粘土)	124.6	2.57	4.05	8.94	24.28	8.8	517	
12	116.7	シ ル ト	115.3	2.54	4.09	12.22	24.21	9.0	384	
13	127.3	極 細 粒 砂 岩	104.7	2.53	3.99	10.15	24.74	9.0	482	
14	130.6	シ ル ト	101.4	2.53	4.04	4.04	24.40	9.1	519	
15	135.1	細 粒 砂 岩	96.9	2.58	2.77	7.17	35.74	9.1	696	八 月 沢 層 中 部
16	146.9	シ ル ト	85.1	2.55	3.79	9.67	26.07	9.2	461	
17	155.5	シ ル ト	76.5	2.51	4.49	11.29	21.91	9.1	387	
18	165.0	シ ル ト	67.0	2.54	4.42	10.37	23.36	9.1	413	
19	174.6	極 細 粒 砂 岩	57.4	2.51	4.75	11.97	20.61	9.0	364	八月沢層↓上部 23M
20	186.2	シ ル ト	45.8	2.52	4.34	10.98	22.61	9.3	359	18号I断層↓ 8M
21	194.9	極細粒砂岩 (炭質物入)	37.1	2.49	4.79	11.65	20.25	8.8	645	八 月 沢 層 中 部
22	207.6	極 細 粒 砂 岩 (カルサイト入)	24.4	2.56	3.85	9.91	25.26	9.0	452	
23	215.0	シ ル ト	17.0	2.45	5.86	14.63	14.51	9.2	128	
24	225.2	シ ル ト	+ 6.8	2.50	4.91	12.29	19.92	9.2	141	
25	247.3	細 粒 砂 岩 (シルト岩レンズ入)	-15.3	2.46	6.11	15.09	15.69	9.2	194	

北海道古第三系泥質岩の化学組成 (狩 武・佐川 昭)

試料 番号	採取 深度 (m)	岩 相	海水準 深 度 (m)	見 掛 比 重	含 水 率		希 釈 率	分 析 成 分		地 層 名
					重量比 (%)	容量比 (%)		pH	Cl ⁻ (mg/l)	
26	258.8	シルト(極細粒砂岩シマ)	-26.8	2.49	5.62	14.04	17.31	9.1	245	26M
27	265.5	細粒砂岩(カルサイト入)	33.5	2.60	2.61	6.82	37.89	9.1	538	
28	274.7	細 粒 砂 岩	42.7	2.56	3.65	9.37	26.98	9.3	477	
29	285.7	極 細 粒 砂 岩	53.7	2.54	3.98	10.13	24.68	9.1	392	八月沢層 下部
30	295.0	細 粒 砂 岩	63.0	2.55	2.80	4.78	35.08	8.9	1,743	
31	306.2	シ ル ト	74.2	2.52	3.17	10.51	30.54	9.1	378	
32	315.9	細 粒 砂 岩	83.9	2.51	3.25	8.19	20.14	8.9	320	無化石帯 青向沢層 九里沢断層↓
33	328.7	極 細 粒 砂 岩	96.7	2.54	3.49	8.88	28.21	9.2	499	
34	334.5	シルト細粒砂岩	102.5	2.44	6.10	14.96	13.83	9.0	206	115M
35	345.4	シ ル ト	113.4	2.54	4.25	10.82	22.96	9.2	243	八月沢層 中部
36	355.3	砂 岩 (シルト入)	123.3	2.55	3.90	13.45	25.18	9.2	357	
37	365.3	極 細 粒 砂 岩	133.3	2.59	2.10	8.05	47.51	9.2	674	
38	375.3	シルト (極細粒砂岩入)	143.3	2.50	4.88	12.22	20.06	9.2	248	
39	375.6	細 粒 砂 岩	143.6	2.60	2.88	7.54	34.30	9.3	487	
40	385.2	細粒砂岩(シルトシマ入)	153.2	2.49	4.77	12.17	20.34	9.1	504	
41	395.8	極 細 粒 砂 岩(粘土入)	163.8	2.55	3.73	9.54	26.44	9.2	280	66M 芦九断層↑
42	405.7	極 細 粒 砂 岩 (モメ)	173.7	2.56	2.29	8.44	43.42	9.3	924	
43	415.0	極細粒砂岩 (粘土シマ)	183.0	2.45	5.95	14.64	16.24	8.9	402	
44	418.8	粘 土	186.8	2.51	3.80	9.58	25.92	9.2	412	青 向 沢 層
45	425.4	シルト (炭質物入)	193.4	2.78	1.29	3.60	77.01	9.3	954	
46	434.9	シ ル ト	202.9	2.51	4.97	12.53	18.67	9.3	694	
47	446.3	シ ル ト	214.3	2.57	3.78	9.74	26.07	9.0	508	
48	455.0	シ ル ト	223.0	2.60	3.76	9.79	16.13	—	543	
49	464.6	極 細 粒 砂 岩	232.6	2.53	3.68	9.34	25.75	—	775	
50	475.0	極 細 粒 砂 岩	243.0	2.56	3.98	10.21	24.62	—	260	美 八月沢断層↓ 19M
51	485.2	細 粒 砂 岩	253.2	2.55	2.79	9.72	35.47	—	879	
52	494.6	細 粒 砂 岩 (シルト入)	262.6	2.52	4.48	11.30	21.80	—	700	
53	503.8	シ ル ト(細粒砂岩入)	271.8	2.63	3.65	9.64	26.98	—	526	
54	507.4	シ ル ト (炭質物入)	275.4	2.37	5.78	13.75	16.76	—	207	
55	509.1	シ ル ト (炭質物入)	277.1	2.45	5.48	13.48	17.79	—	188	
56	515.5	細 粒 砂 岩	283.5	2.58	1.64	6.82	61.08	9.3	867	
57	526.0	シ ル ト (炭質物入)	294.0	2.45	5.25	12.91	18.54	9.1	229	

地質調査所月報 (第 21 卷 第 1 号)

試料 番号	採取 深度 (m)	岩 相	海水準 度 (m)	見掛 比 重	含 水 率		希 積 率	分 析 成 分		地 層 名
					重 量 比 (%)	容 量 比 (%)		pH	Cl ⁻ (mg/l)	
58	539.4	シルト (炭質物入)	-307.4	2.50	3.90	9.82	25.22	9.2	537	11M 18号八断層↑
59	547.0	細 粒 砂 岩	315.0	2.56	3.44	8.84	28.64	8.5	355	
60	556.9	細粒砂岩(シルトシマ入)	324.9	2.56	3.49	8.95	28.13	9.4	1,597	
61	566.3	シルト(細粒砂岩入)	334.3	2.57	3.43	8.82	28.91	9.1	1,332	
62	578.0	シルト(細粒砂岩入)	346.0	2.57	2.12	8.32	47.05	9.2	2,338	
63	585.4	シルト (極細粒砂岩シマ入)	353.4	2.58	2.62	9.40	37.88	9.1	1,882	
64	594.5	シルト (炭質物入)	362.5	2.46	4.84	11.93	20.24	9.2	993	若 鍋 層
65	609.3	シルト	377.3	2.55	3.89	9.93	25.35	9.4	1,168	
66	617.2	シルト	385.2	2.55	3.97	10.15	24.74	9.5	1,185	
67	625.0	シルト	393.0	2.56	3.98	10.24	24.61	9.4	1,223	
68	636.4	細 粒 砂 岩	404.4	2.53	3.18	10.60	30.83	9.2	1,695	
69	646.9	シルト (極細粒砂岩入)	414.9	2.51	5.06	12.74	19.13	9.3	1,153	
70	655.8	細粒砂岩(シルトシマ入)	423.8	2.48	5.37	13.36	72.22	9.7	8,839	
71	665.4	シルト(極細粒砂岩入)	433.4	2.57	3.13	8.07	31.55	9.7	2,382	
72	675.3	シルト(極細粒砂岩入)	443.3	2.54	3.06	11.64	32.31	9.6	1,489	
73	683.3	シルト (炭質物入)	451.3	2.45	5.22	12.83	18.55	10.0	790	
74	694.5	シルト (炭質物入)	462.5	2.39	6.50	15.57	14.76	9.6	653	夕 張 層
75	705.6	シルト	473.6	2.56	2.87	7.37	34.93	9.2	1,853	
76	715.9	シルト	483.9	2.54	4.11	10.47	23.85	9.2	1,524	
77	725.6	シルト	493.6	2.76	3.69	10.20	26.82	9.1	1,713	
78	735.4	シルト	503.4	2.90	1.64	4.78	60.70	9.0	5,274	
79	744.9	シルト	512.9	2.53	1.95	9.46	51.32	9.1	4,280	
80	757.3	シルト (炭質物入)	525.3	2.52	3.49	8.82	28.21	9.1	1,249	
81	766.8	シルト	534.8	2.53	3.84	9.75	25.69	9.2	2,142	
82	781.5	シルト	549.5	2.65	3.08	8.18	32.19	9.1	1,426	幌 加 別 層
83	789.4	シルト	557.4	2.63	2.26	5.97	44.02	9.0	2,812	
84	796.0	シルト	564.0	2.69	1.56	4.20	63.92	9.2	2,377	
85	805.0	シルト極細粒砂岩互層	573.0	2.64	1.16	5.08	85.93	9.2	3,505	
86	815.6	シルト	583.6	2.58	2.61	6.76	26.17	9.2	881	
87	826.1	極 細 粒 砂 岩	594.1	2.61	2.20	5.75	45.27	9.1	2,969	
88	834.8	極 細 粒(砂岩炭質物入)	602.8	2.44	2.71	6.64	36.43	9.3	2,327	
89	848.5	極 細 粒(砂岩炭質物入)	616.5	2.58	3.13	8.10	31.44	9.3	1,895	

試料 番号	採集 深度 (m)	岩 相	海水準 深 度 (m)	見 掛 比 重	含 水 率		希 釈 率	分 析 成 分		地 層 名
					重量比 (%)	容量比 (%)		pH	Cl ⁻ (mg/l)	
90	855.5	シ ル ト	-623.5	2.62	2.16	5.69	45.92	9.3	1,304	幌 加 別 層
91	867.9	シ ル ト	635.9	2.84	1.51	4.32	65.65	9.2	1,976	
92	875.1	シ ル ト	643.1	2.56	2.70	9.52	36.71	9.0	3,935	
93	886.2	極 細 粒 砂 岩	654.2	2.55	3.28	8.41	29.84	9.0	1,459	
94	896.1	シ ル ト	664.1	2.56	3.22	8.27	11.88	9.2	1,437	
95	905.2	シ ル ト	673.2	2.66	1.72	4.60	22.13	9.4	1,099	
96	915.9	シ ル ト (モメ)	683.9	2.72	2.59	7.09	38.34	9.0	3,059	
97	925.5	シ ル ト	693.5	3.08	1.01	3.13	98.00	9.0	3,302	
98	935.0	シ ル ト (カルサイト・炭質物入)	703.0	2.62	2.01	7.27	49.73	9.5	1,143	登川層

含水状態の泥質岩の比重を第1表で見ると、登川層は2.6、幌加別層は2.4~2.8、夕張層・若鍋層・美唄層・赤平層は2.4~2.6が一般的数値であるが、まれに幌加別層で3.08 (No. 97), 2.84 (No. 91), 夕張層で2.90 (No. 78), 2.76 (No. 77), 赤平層で2.78 (No. 45) などと大きな数値のものもあって、後述のように炭酸鉄その他の化学組成との関連からも注目される。

泥質岩の含水率は、重量含水比で2~6%が多く、中には2%以下のものもある。この2%以下のものは幌加別層に多い。

pH は、8.7~9.3のものが多いが、特に若鍋層および夕張層には、10.0 (No. 73), 9.6 (No. 72, 74), 9.7 (No. 70, 71) と比較的高いものがある。

水溶性塩素は、その含量に大きなひらきがあり、8,840 mg/l Cl⁻ に達する試料がある一方、188 mg/l Cl⁻ というCl⁻ に乏しい試料もある。

4.2 泥質岩の主成分

主成分の分析結果を第2表に示す(第2表)。

第2表と CLARKE (1920) による頁岩の平均化学組成を比較すれば次の通りになる。

SiO₂は、40.40% (幌加別層・No. 91) から65.24% (美唄層・No. 56) までにわたり、平均値をこえての増減が大きい。

TiO₂は、0.89% (美唄層・No. 56) から1.36% (赤平層・No. 10) まで変化するが、その量は平均値に較べてやや多い。

Al₂O₃は、7.50% (幌加別層・No. 91) から19.23% (美唄層・No. 55) にわたり、SiO₂ と同じように増減が大きい。

Fe₂O₃は、0.13% (赤平層・No. 10) から4.24% (若鍋層・No. 65) にわたるが、その量は平均値に較べて比較的少ない。

FeOは、2.71% (美唄層・No. 56) から14.73% (幌加別層・No. 91) にわたり、平均値に較べると非常に多い。特に幌加別層では、頁岩の平均値の6倍にも達しているものもある。

MnOは、0.024% (赤平・美唄・若鍋・No. 19, 55, 65) から0.748% (幌加別層・No. 91) にわたり、比較的多い。

MgOは、1.43% (夕張層・No. 76) から2.67% (赤平層・No. 10) の間にあり、変化が少ない。

CaOは、0.57% (夕張層・No. 81) から8.32% (幌加別層・No. 91) で、非常に増減が大きい。

Na₂Oは、1.57% (幌加別層・No. 91) から2.47% (赤平層・No. 17) であるが、その量は平均値に較べて非常に多い。

K₂Oは、1.57% (幌加別層・No. 91) から2.68% (登川層・No. 98) であるが、平均値よりも幾分少ない。

P₂O₅は、0.059% (登川層・No. 98) から0.760% (幌加別層・No. 91) である。しかし、とびはなれてP₂O₅が多いNo. 53とNo. 91とを除くと、その範囲は、0.059% (No. 98) から0.221% (No. 28) の間にあり、含有量の変化は少ない。

Sは、0.086% (赤平層・No. 48) から0.451% (赤平層・No. 19) の間にある。

H₂O(+)は、1.30% (幌加別層・No. 91) から3.98% (赤平層・No. 10) の間にあって、平均値と較べるとその量は比較的少ない。

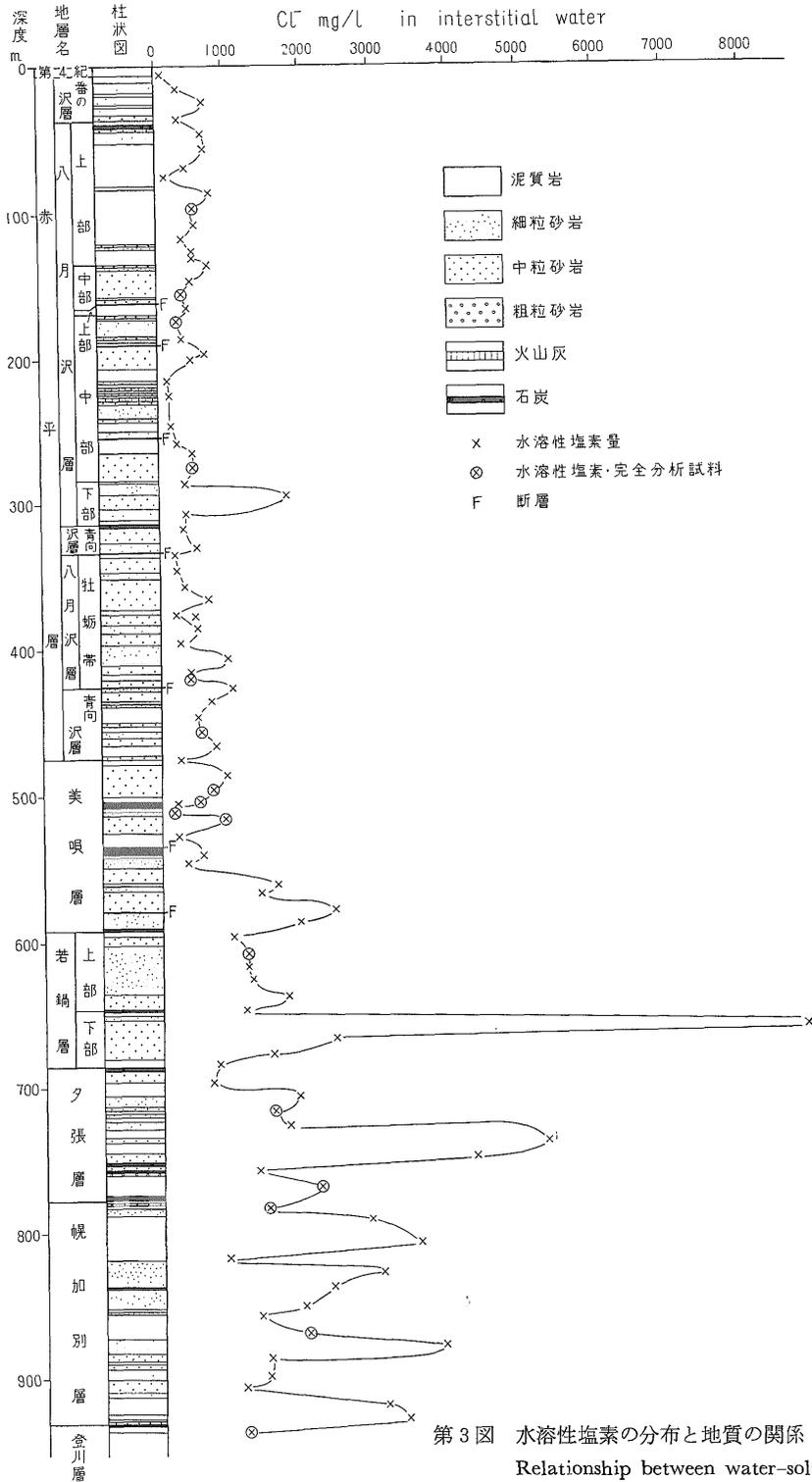
第2表 泥質岩の主成分分析表

Analytical data of major elements

試料 番号	地層名	岩相	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	FeO (%)	Fe ₂ O ₃ /FeO	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	S (%)	H ₂ O(+) (%)	H ₂ O(-) (%)	Ig • Loss (%)						
10	赤	番の沢層	シ	ルト	ト	58.16	1.36	18.30	0.13	4.78	0.027	0.038	2.67	1.33	2.26	2.12	0.132	—	3.98	2.53	7.78			
17		八月沢層	シ	ルト	ト	58.29	0.95	19.09	1.98	3.74	0.529	0.036	2.58	0.99	2.47	2.11	0.109	0.193	3.37	2.37	7.06			
19	平	八月沢層	極	細	粒	砂	岩	58.77	1.08	18.66	1.82	3.73	0.489	0.024	2.25	0.60	2.18	2.38	0.147	0.451	3.95	2.62	7.49	
28		八月沢層	細	粒	砂	岩	50.71	0.99	16.12	1.13	4.46	0.339	0.160	2.33	7.61	1.88	1.88	0.221	0.274	3.13	2.06	11.84		
44	層	八月沢層	粘		土	57.42	1.10	15.40	0.91	6.25	0.145	0.167	2.53	1.12	1.97	2.38	0.220	0.213	3.54	2.64	9.05			
48		青向沢層	シ	ルト	ト	57.91	1.16	15.13	1.05	5.55	0.189	0.076	2.08	2.45	2.35	1.90	0.192	0.086	3.21	2.85	9.24			
52	美	唄	層	細	粒	砂	岩	(シルト入)	61.87	1.08	17.89	1.16	3.30	0.351	0.048	1.46	0.91	2.19	2.20	0.115	0.094	3.37	2.46	7.08
53	美	唄	層	シ	ルト	(細粒砂岩入)	51.40	1.03	10.82	1.09	10.75	0.101	0.384	2.89	1.99	1.89	1.90	0.467	0.107	1.55	2.22	13.55		
55	美	唄	層	シ	ルト	(炭質物入)	57.84	0.94	19.23	1.52	3.00	0.506	0.024	2.30	0.63	2.20	2.14	0.088	0.931	3.78	2.96	9.81		
56	美	唄	層	細	粒	砂	岩	65.24	0.89	15.97	0.79	2.71	0.291	0.036	1.71	1.72	2.05	1.67	0.109	0.128	2.78	2.04	6.82	
65	若	鍋	層	シ	ルト	ト	63.51	0.94	14.68	4.24	3.05	1.390	0.024	2.19	0.59	1.79	2.39	0.062	1.091	2.06	3.20	7.42		
76	夕	張	層	シ	ルト	ト	62.09	0.90	16.68	0.94	4.94	0.190	0.134	1.43	0.71	1.70	1.85	0.061	1.107	3.17	3.05	7.46		
81	夕	張	層	シ	ルト	ト	63.67	1.10	17.35	0.38	3.04	0.125	0.069	1.66	0.57	2.11	2.49	0.093	0.114	3.25	3.18	7.16		
82	幌	加	別	層	シ	ルト	ト	55.44	1.17	13.82	0.52	8.81	0.049	0.148	2.26	1.28	1.89	2.20	0.182	0.150	2.32	2.73	11.73	
91	幌	加	別	層	シ	ルト	ト	40.40	0.92	7.50	1.18	14.73	0.079	0.748	1.68	8.32	1.57	1.57	0.760	0.206	1.30	1.65	18.35	
98	登	川	層	シ	ルト	ト	(カルサイト, 炭質物入)	60.52	0.96	19.01	0.53	4.38	0.121	0.095	1.72	0.62	1.69	2.68	0.059	0.142	3.80	2.25	6.74	
		* 頁岩平均				58.10	0.65	15.54	4.02	2.45	—	—	2.44	3.11	1.30	3.24	0.17	—	5.00	—	—			

* Clarke, F. W. (1920); Data of geochemistry, Washington D. C. p. 33 による。

北海道古第三系泥質岩の化学組成 (狩 武・佐川 昭)



第 3 図 水溶性塩素の分布と地質の関係
Relationship between water-soluble-chlorine and geology

H₂O(-)は、1.65% (幌加別層・No.91) から、3.20% (若鍋層・No.65) である。

5. 考察

5.1 水溶性塩素と地質との関係

石狩原料炭34号試すいの地質柱状図と水溶性塩素量との関係を第3図に示す。

この図から次の点が指摘できる。

5.1.1 水溶性塩素量と深度の関係

- 1) 深度5.5mから25.2mの間でCl⁻は136mg/lから662mg/lまで直線的に増加している。
- 2) 5.5m~547mの間では、Cl⁻は大略100~700mg/lの間であって深部よりも少なく、深部の557~935mの間では、Cl⁻は大略1,000~8,000mg/lに達し、大略550mを境として、その上下のCl⁻量に大きな差異が認められる。

5.1.2 水溶性塩素と各地層別との関係

- 1) 赤平層は、この試すい孔では、最も浅所で貫通されているが、この層の水溶性塩素の量は、およそ100~1,000mg/lで、この坑井全体からみると、含有量が少ないといえる。

赤平層は一部に石炭を挟んでいるが、地層全体としてみると、蜆介およびカキ蜆の化石を多産し、海成または汽水成と考えられている。これら水成岩中の水溶性塩素の量と、地層の堆積環境との間にある相関については後述するように注目する必要がある。

- 2) 美唄層の水溶性塩素の量は、上半部でおおよそ200~900mg/lで赤平層と同程度、下半部で1,400~2,300mg/lで下位の若鍋層と同程度の含有量を有している。

この層は淡水、汽水棲の化石介類を産し、現在も稼行している炭層を夾有することから淡水成または汽水成と考えられている。

美唄層の上半部は、水溶性塩素の量が坑井全体から見て淡水成の地層としては比較的多く汽水成に近い層であったことが理解される。また下半部は、下位の若鍋層と接する岩石が比較的粗い岩石であることから、若鍋層から移動してきた地下水の影響を受けているものと思われる。

- 3) 若鍋層の水溶性塩素の量は、全体としておおよそ、1,000~1,700mg/lでもっとも海棲化石を多産する特徴がある海成層であるにもかかわらず比較的少ない。これは、従来から本地域の東方サキベツが堆積盆の周縁部と考えられていることと、この地域で中部に石炭を挟有していること、および水溶性塩素の量が下部に、この坑井全体から見て最高の量である8,000mg/lと非

常に多い部分があることを合わせて考えると、この地域の若鍋層は全般に汽水域に近い環境で堆積し、部分的に海域の環境で堆積したと考えることによって理解できる。

- 4) 夕張層の水溶性塩素の量は700~5,000mg/lと含量の差が大きい、この坑井全体から見るとこの数値は比較的多い方に属する。

この層は石狩原料炭34号試すい付近の地域では、多くの薄い炭層、炭質物を挟有しており、淡水成といわれているが、坑内および他の試すいからCl⁻が10,000mg/l以上の高塩水を湧水している地層である。

- 5) 幌加別層の水溶性塩素の量は800~4,000mg/lで淡水棲化石を多産する。この数値は淡水棲化石を産出する地層としての期待値に較べて大きい。

- 6) 登川層の水溶性塩素の量は1,100mg/lで夾炭層としては比較的多いと思われる。

5.1.3 水溶性塩素と岩質および地質構造との関係

- 1) 水溶性塩素は、炭層の近くの泥岩または植物片の入っている泥岩に少ない。

- 2) 赤平層の水溶性塩素は、断層付近の泥岩では100~400mg/lと少なく、カルサイト脈をはさむ泥岩では、500~1,000mg/lと多い。

5.2 泥質岩の化学組成と炭層の関係

泥質岩の主成分が炭層とどのような関連をもっているかを調べるため、美唄層中の中部にある炭層から約9m上部の泥質岩および炭層天盤、炭層から約5m下部の泥質岩および間盤(泥質岩)の主成分について比較した。第2表におけるNo.52~No.55の試料と炭層の関係は、第4図に示した。(第4図)

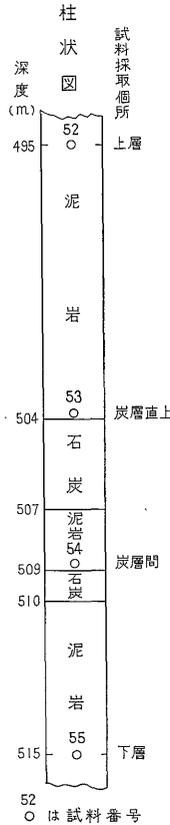
1. 天盤の泥質岩は、炭層の上下部の泥質岩に較べてFeO, MgO, CaO, Ig. Lossが多く、Al₂O₃, H₂O(+), SiO₂が少ない。

2. 間盤の泥質岩は炭層上下部の泥質岩に較べてAl₂O₃, H₂O(+), Ig. Loss, Sが多く、SiO₂, CaOが特に少ない。

天盤の泥質岩には炭酸塩の化合物が存在し、一方間盤の泥質岩には粘土鉱物が多いのでX線回折をおこなった。その結果、天盤の泥質岩には菱鉄鉱が多く、間盤の泥質岩にはカオリナイト、ハロイサイト、モンモリロナイト等の粘土鉱物が多く含まれていることが判明した。

炭層付近の菱鉄鉱の生成機構について、番場猛夫・下平文男・粕武(1961)は雨竜炭田地区の炭酸塩鉱物の研究を行ない、次のようにのべている。

「雨竜炭田地区の泥質岩試料中の炭酸塩鉱物は、主として菱鉄鉱であり、しばしば方解石を伴っている。両鉱



第4図 試料採取位置図

Figure showing the relationship between the position of sampling points and geologic columnar section

物の共生関係は、鏡下における観察結果によれば、方解石部分が菱鉄鉱によって侵されているか、あるいは方解石から析出された菱鉄鉱の性状を示しており、いずれの場合にも菱鉄鉱が方解石におくれて生成したと判断される。」

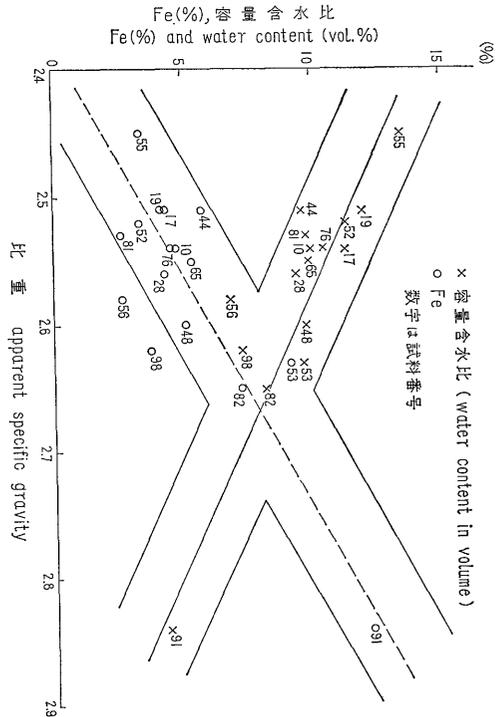
このたび取扱った美明層中の中部にある炭層天盤（泥質岩）の鏡下における観察結果では、炭酸塩鉱物のほとんどが菱鉄鉱であって、方解石は脈状に少量含まれているにすぎない。両鉱物の共生関係は、雨竜炭田地区の場合と異って菱鉄鉱から方解石が析出した性状を示しており、方解石は菱鉄鉱よりおくれて生成されたものと判断される。

この現象は菱鉄鉱と方解石両鉱物が続成作用の過程の違いによって異なった共生関係を示すに至ったものと思われる。すなわち、方解石の一部は沈積過程で生物学的沈殿、または懸濁物として堆積物中に形成される。この

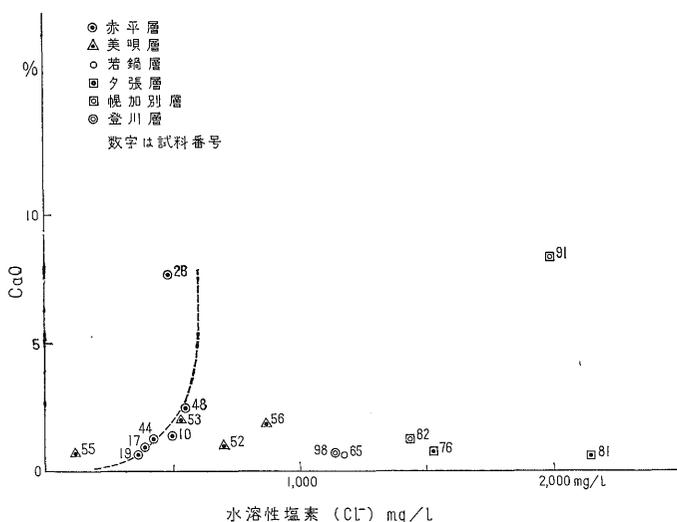
方解石は堆積物の続成作用の初期において、堆積物に含まれている水と作用し、溶解して水溶性化合物となる。一方、この続成作用の過程で鉄は弱い還元状態において菱鉄鉱を作る。この段階の続成作用で出来た菱鉄鉱は多くの不純物を含んでいる。続成作用が進むと、鉱物の再配列が進み化学的分化が行なわれ、不純物として取込んだカルシウム化合物を排出するため方解石が析出したものと思われる。この過程は *СТРАХОВ, H. M. (1963)* が、湿潤気候型盆地堆積物の続成作用の一般図式としてすでに説明しているところである。

5.3 泥質岩の比重、容量含水比と Fe の関係

一般に水成岩は、生成深度が増すにしたがってち密となり密度が大きくなるとされている。第1表の密度の資料で明らかのように、比重の小さい試料は浅い所に多く、比重の大きい試料は深い所に多く産する傾向が示されている。しかし浅い所でも比重の大きい試料が散見される。この理由を化学的な面から考えるために、泥質岩の比重と Fe の量および容量含水比の関係を求めてみた。第5図に示されるように、比重が大きくなるに従って Fe の量が多くなり、また容量含水比が小さくなるということがわかる（第5図）。



第5図 泥質岩の比重と Fe および容量含水の関係
Relationship among specific gravity, iron content and water content of muddy rocks



第 6 図 水溶性塩素と CaO の関係
 Relationship between water-soluble chlorine and CaO

すなわち泥質岩の水と Fe とがたがいに置換されたときに、このような現象が生じるといえよう。

5.4 水溶性塩素と CaO の関係

つぎに地下水の移動量の目やすとされている水溶性塩素と、CaO を比較すると (第 6 図)、両者の間に相関関係が認められるのは、赤平層のみで、それ以外の登川・幌加別・夕張・若鍋および美唄の各層では認められない (第 6 図)。この赤平層での両者の相関関係は前述したように赤平層においてカルサイト脈をはさむ泥岩に水溶性塩素が多いことと関係しているものと思われる。

6. 結 言

以上に述べたことがらを総合すると、この地域における水溶性塩素は古い海水に起源をおくと考えるのが妥当と思われる。赤平層の泥質岩は、堆積時に海水に近い塩分濃度の間隙水をもっていたが、堆積後現在までの間に塩分の少ない天水起源の水などで泥岩があらわれ塩分含有量が現在見られるように少なくなったものと考えられる。美唄・若鍋・夕張・幌加別および登川の各層には、堆積後現在に至る間に、天水起源の水の影響が少なかったため、堆積当時の塩分を比較的多く保有しているものと考えられる。

炭層付近の泥質岩は炭層生成時期に発生する炭酸ガスによって、炭酸塩鉱物、特に菱鉄鉱に富む泥岩になったものと考えられる。また、間盤の泥質岩および炭層上・下層の泥質岩に多く含まれている粘土鉱物の生成機構

は、炭層付近が上述のように化学的にもきわめて不安定な堆積環境におかれていたことによると考えられるが、詳細は今後の研究にまたねばならない。また、第 3 図柱状に示したように Cl⁻ 量と堆積岩の岩相との間にはとくに関係はないようにみえるが、筆者らの分析試料は泥質岩を主として対象としたので、Cl⁻ 含有量と岩相との関係については今後吟味の必要があろう。

今までわが国では、水成岩そのものを取扱った地球化学的研究に乏しい。このたび石狩原料炭 34 号試すいから得られたコア試料のうち、泥質岩の水溶性塩素および主成分の分析を行ない、その得られた結果にもとづいて、2, 3 の地球化学的考察をこころみることができた。

この種の研究が将来さらに拡大されて、水成岩に関する化学的基礎資料が蓄積され堆積性粘土鉱物、炭酸塩鉱物の成因的研究に寄与することが望まれる。

(昭和 44 年 8 月稿)

参 考 文 献

- 番場猛夫・下平文男・粕武・藤井宏博 (1961) : 北海道における炭田産菱鉄鉱について—留萌炭田雨竜地区南部地域の場合、鉱山地質, vol. 11, no. 50, p. 42
- 河野義礼・松井和典・清水 勇 (1956) : 5 万分の 1 地質図幅「歌志内」(旭川—第 53 号) および同説明書, p. 1—52, 北海道開発庁
- 本島公司・牧 真一・牧野登喜男・伊藤司郎・柴田賢

北海道古第三系泥質岩の化学組成 (狩 武・佐川 昭)

- (1962) : 北海道庶路地域の炭田ガスについて,
地質調査所報告, no. 193, p. 1-78, 地質
調査所
- 清水 勇・田中啓策・今井 功 (1953) : 5 万分の 1
地質図幅「上芦別」(札幌一第 6 号) および
同説明書, p. 1-78, 北海道開発庁
ストラーホフ, H.M. : 平山次郎・市川輝雄・盛谷智
之・水野篤行訳 (1967) : 堆積岩の生成—そ
のタイプと進化—(I). p. 102-106, ラテイ
ス, 東京