

岩石の平均化学成分とその図示

4. 本州(秩父)地相斜の泥岩

小野 千恵子*

Average Chemical Compositions of Rocks and their Graphic Representation

4. Mudstone of the Honshu Geosyncline

Chieko ONO

Abstract

Nearly three hundred analyses, already reported, of mudstone (claystone and siltstone) in the Honshu Geosyncline are compiled and their averages are calculated. The Honshu Geosyncline is a thick pile of late Paleozoic to early Mesozoic age, and constitutes the fundamental framework of the Japanese Islands. It is known that the larger part of the geosyncline is of eugeosynclinal character but some parts, e.g., the South Kitakami belt, etc. are rather miogeosynclinal.

The sample localities dealt in this paper are classified into ten geotectonic units or geological provinces (Fig. 2). Arithmetic average compositions of the mudstone in each unit are calculated (Table 2) and $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ diagrams are drawn (Fig. 3 (1-9)).

The mudstone of the Chichibu belt is rich in Na_2O , and that of the Hitachi and South Kitakami belt is rich in $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ and poor in SiO_2 and K_2O .

Several mudstones (SiO_2 : 40-50%) in some provinces show lateritic nature.

要 旨

すでに公表されている本州地相斜(広域変成帯を除外する)の泥岩¹⁾の主化学成分分析値約300個を集計・検討した。まず分析値分布地域を10の地質区に分割し、各地質区毎の算術平均成分を計算し、 $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ 図を作った。また全泥岩の算術平均値も計算した。そして以上に関して、若干の考察を加えたが、その最も特筆すべき点は以下のものである。1) 飛騨外縁帯・日立帯・南部北上帯には、ラテライト質と思われる特殊な泥岩が存在する。2) 三郡帯・美濃帯と、秩父帯・南部北上帯とは Na_2O , K_2O に関しては、性質が異なっている。前者2帯の泥岩の大半は $\text{Na}_2\text{O}<\text{K}_2\text{O}$ であり、後者2帯の泥岩には $\text{Na}_2\text{O}>\text{K}_2\text{O}$ のものが多い。

1. はじめに

このシリーズの論文1, 2, 3で火成岩・堆積岩・地殻

全体の平均値に関して記述し、その際に使用したコンピュータ・プログラムについて説明した(丹治・他, 1974, 1975; 小野・他, 1975)。今回以後の報文では、日本に分布する種々の岩石の平均値を取りあつかう予定で、今回はいわゆる本州地相斜(秩父地相斜)の泥岩である。これは、これまで古生層としていたものであるが、最近、このなかから三疊紀型コノドントが各地で産出されているので、この報文では標題のような表現にした。

本州地相斜堆積層は、日本全体の約12%の露出面積を占め(小野・磯見, 1967)、日本の地質の基礎となっている。したがって、それらのうちでも最も広く分布する泥岩の化学組成の検討が地質学的に大きな意味を持っている。

この線に沿った研究として、原村寛・都城秋穂の一連の先駆的な報告があり(原村, 1961 a, b; 1962; 都城・原村, 1962; MIYASHIRO and HARAMURA, 1966)、樽谷俊和・小倉次利(1966)、稲積章生(1971, 1975)、IWAO, S. (1973)も同様の問題を追求している。また片田正人・磯見博・大森えい・山田貞子も木曾山地や北上山地の

* 地質部

1) 粘土岩(Claystone)およびシルト岩・頁岩・スレートと呼ばれているものを含む。

堆積岩の化学的性質を検討しており (KATADA et al., 1963 a, b; 1964; 片田・他, 1971), さらに神戸信和・他, 筆者・片田正人による北上山地堆積岩類の報告もある (神戸・他, 1969; 片田・小野, 1968; 1969; 小野・片田, 1970).

今回の論文の目的は, 北上山地で行ったのと同じ方法で, すでに学会誌などに公表されている日本各地の泥岩の約 300 個の分析値を集録し, 計算・図化し, 地質区毎の成分の特徴を見出すことと, 全国の泥岩の平均値を知ることである。

この報告の各分析試料採取地点の所属地質区・地質時代に関しては地質部吉田尚技官の, 化学成分の選定に関しては片田正人技官の御教示によるものである。また太田良平技官からも数々の御助言をいただいた。以上の方向に深く感謝する次第である。

2. 分析値およびデータソース

古期泥岩分析値は, 従来は変成岩研究などに付随して行われたものが多く, 堆積岩そのものの研究用に分析したものは, 数が多くない。したがって, ここでは, 変成岩研究のための分析値のうち, 原岩が判別できる程度の低変成度の変成岩のものもとりあげた。変成岩の場合はもちろん Fe_2O_3/FeO 比や H_2O , CO_2 の量などが非変成岩と異なっているであろうが, この点は無視した。

利用した分析値は以下のような基準をもうけて選定した。

1. 結晶片岩・片岩とされた岩石の分析値は原則として除外した。しかし領家帯低変成部や北上山地接触変成帯などで, 原岩の組織が強く破壊されていないと推定される試料は採用した。

2. 片麻岩, 大型斑状変晶が密集している接触変成岩, 捕獲岩と記載されているものは除外した。

3. 凝灰岩は除外した。

4. $SiO_2 > 75\%$, $SiO_2 < 40\%$, $CaO > 4\%$, $MgO > 4\%$ の成分を 1 つでも持つものは除外した。

5. Fe_2O_3 , FeO の代わりに Total Fe_2O_3 としてあるもの, $H_2O \pm$ などがなくて Ig. loss となっているものは採用した。

6. TiO_2 , MnO , CO_2 , P_2O_5 が分析してなくても, Total $> 98\%$ のものは採用した。しかし, SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O のいずれかが分析してない場合は除外した。

7. Total $> 101\%$ あるいは Total $< 98\%$ のものは除外した。

8. SiO_2 が 40-50% のものは, 特殊な泥岩とみなし

て, 一般のものとは区別した。

以上のようにして集録した分析値のデータソースを表示すると第 1 表ようになる。この表は, 分析試料位置図 (第 1 図) に対応するように分類してある。

3. 試料の採取地点および地質区による分類

試料採取地点は第 1 図に示される。

本州地向斜堆積層は, 構造区分や堆積地域のちがいでよって幾つかの地質区に地域的に区分ができる。ここでは主として 200 万分の 1 日本地質構造図 (磯見, 1968), An outline of the geology of Japan (YOSHIDA ed., 1975) および吉田尚技官の談話を参考にして, 分析値の存在する地域を次のように分類した (第 2 図)。

- A 秩父帯
- B 三郡帯 (中国帯)
- C 美濃帯 (丹波帯・足尾帯・筑波帯を含む)
- D 舞鶴帯
- E 飛騨外縁帯
- F 日立帯
- G 南部北上帯
- H 早池峰構造帯
- I 北部北上帯
- J 岩泉帯

これからわかるように, 分析値のある地域でも三波川変成帯・阿武隈変成帯は除外してある。三郡帯 (中国帯) は三郡変成岩およびそれに伴う非変成岩の分布帯であるが, ここでは非変成岩として扱われているものに関してだけ採用した。なお, 中国地方では, 三郡帯と美濃帯相当部との境界がかならずしも明白でないところもあるけれども, 今回の中国地方の分析値はすべて三郡帯のものとした。

なお, 本州地向斜堆積層は, いわゆる秩父古生層と呼ばれたものにほぼ一致するが, この堆積層の中から, 最近, 三畳紀型コノドントが発見されており, 一部に三畳系をふくむ可能性がある。また北上山地の岩泉帯は西南日本外帯の三宝山帯に比較されるものであるが, 広い意味で本州地向斜に含めることにした。

各地質区と, そこに分布する本州地向斜堆積物の時代と特徴の概略は次の通りである。

- A 秩父帯: 西南日本外帯の, おもに二畳・石炭系を主とする優地向斜堆積物。コノドントによって一部三畳系とされている。
- B 三郡帯: 西南日本内帯にあって, 上部古生界を原岩とする三郡変成岩と二畳・石炭紀の非変成地向斜堆積物, 中国帯ともよばれる。

岩石の平均化学成分とその図示 (小野千恵子)

第1表 分析値のデータソース

List of data source

第1図 の番号	著者	年号	頁	表の番号	分析値の番号	地質区	備考
1	原村寛	1961	620	1 (A)	1, 8, 11, 16, 17	秩父帯	
2	"	"	"	"	2, 7, 10	"	
3	"	"	"	"	3, 12, 13, 15	"	
4	"	"	"	"	4	"	
5	"	"	"	"	5, 9, 14	"	
6	"	"	"	"	6	"	
7	"	"	672	"	1-4	美濃帯	
8	"	"	"	"	5-7	"	
9	"	"	673	2 (A)	10-15	"	
10	"	1962	30	1 (A)	1, 3, 4	"	
11	"	"	"	"	2, 5	"	
12	"	"	"	"	6, 9	"	
13	"	"	"	"	7	"	
14	"	"	"	"	8	舞鶴帯	
15	"	"	"	"	10, 13	"	
16	"	"	"	"	11	"	
17	"	"	"	"	12	美濃帯	
18	"	"	"	"	14	舞鶴帯	
19	"	"	"	"	15-18	三郡帯	
20	長谷川修三	1955	199	1	1, 2	南部北上帯	下部
21	HAYAMA, Y.	1964	331	1	1-3	美濃帯	
22	本間弘次	1963	6	3	7, 10, 12, 13	岩泉帯	
23	猪郷久義	1961	266	2	A, B, C, D	飛騨外縁帯	
24	稲積章生	1971	329	3	1, 2, 5-7	秩父帯	
25	"	"	"	"	3, 4, 8, 9	"	
26	"	"	"	"	10	美濃帯	
27	"	1975	515	1	1-10	三郡帯	
28	"	"	"	"	11-20	"	
29	"	"	"	"	21-26	"	
30	"	"	"	"	27-30	"	{美濃帯に属す 可能性もある 30に同じ
31	"	"	"	"	31-38	"	
32	"	"	"	"	39, 42, 43, 50, 53, 60, 61	"	
33	"	"	"	"	44, 45	"	30に同じ
34	"	"	"	"	47, 49	"	30に同じ
35	"	"	"	"	62-66	"	
36	"	"	"	"	67	"	
37	岩生周一・他	1952	543		2	美濃帯	
38	IWAO, S.	1973	463	1	2	南部北上帯	
39	"	"	466	5	22	美濃帯	
40	"	"	"	"	23	"	
41	"	"	"	"	26	"	
42	神戸信和・他	1969	6	1	1-3, 7, 8	南部北上帯	上部
43	"	"	"	"	4	"	"
44	"	"	"	"	5, 6	"	"
45	KATADA, M. et al.	1963	90	1	1-6	美濃帯	

第1表 つづき

第1図 の番号	著者	年号	頁	表の番号	分析値の番号	地質区	備考
46	KATADA, M. et al.	1963	90	1	7, 8	美濃帯	
47	"	"	"	"	9	"	
48	"	"	"	"	10, 12, 13	"	
49	"	"	"	"	14, 15	"	
50	"	"	152	5	20	"	
51	"	"	"	"	21, 22	"	
	"	1964	218	10	1-22	"	C, CO ₂ のみ
52	片田正人・他	1968	84	1	1, 2	早池峰構造帯	
53	"	"	"	"	3	北部北上帯	
54	"	1971	137	2	5, 8	"	
55	"	"	"	"	6, 7	"	
56	"	"	"	"	9, 10	"	
57	"	"	"	"	12	"	
58	片田正人	未公表				南部北上帯	上部
59	"	"				"	"
60	"	"				"	"
61	"	"				"	"
62	"	"				岩泉帯	
63	"	"				"	
64	河田学夫	1962	117	233	TN 6008	飛騨外縁帯	
65	河野義礼	1933	174	8		美濃帯	
66	KOIDE, H.	1958	275	113		"	
67	近藤務	1966	435	6	1, 2	南部北上帯	上部
68	岡田茂	1956	693	1	A-E	北部北上帯	
69	大木靖衛	1958	4	1	1	美濃帯	
70	"	"	"	"	2	"	
71	"	"	"	"	3, 7	"	
72	"	"	"	"	4, 5, 6	"	
73	OKI, Y.	1961	484	2	1	"	
74	"	"	"	"	2	"	
75	"	"	"	"	4	"	
76	小貫義男	1969	83	8	12-16	南部北上帯	上部
77	"	"	"	"	17-21	"	"
78	大貫仁	1960	303	1	1, 2, 4	早池峰構造帯	
79	"	1968	15	3	3, 4	南部北上帯	下部
80	榊原雄太郎	1963	32	3	III	美濃帯	
81	SEKI, Y.	1954	234	1	2	南部北上帯	下部
82	"	"	"	"	3, 5	"	
83	"	"	"	"	6, 7	"	
84	"	1957	314	1	I, II	"	
85	"	"	"	"	III, IV	"	
86	"	"	322	9	I, V, VI	"	
87	"	"	326	10	I	"	
88	"	"	"	"	II	"	
89	"	"	"	"	III, IV	"	
90	"	"	"	"	V, VI	"	

岩石の平均化学成分とその図示 (小野千恵子)

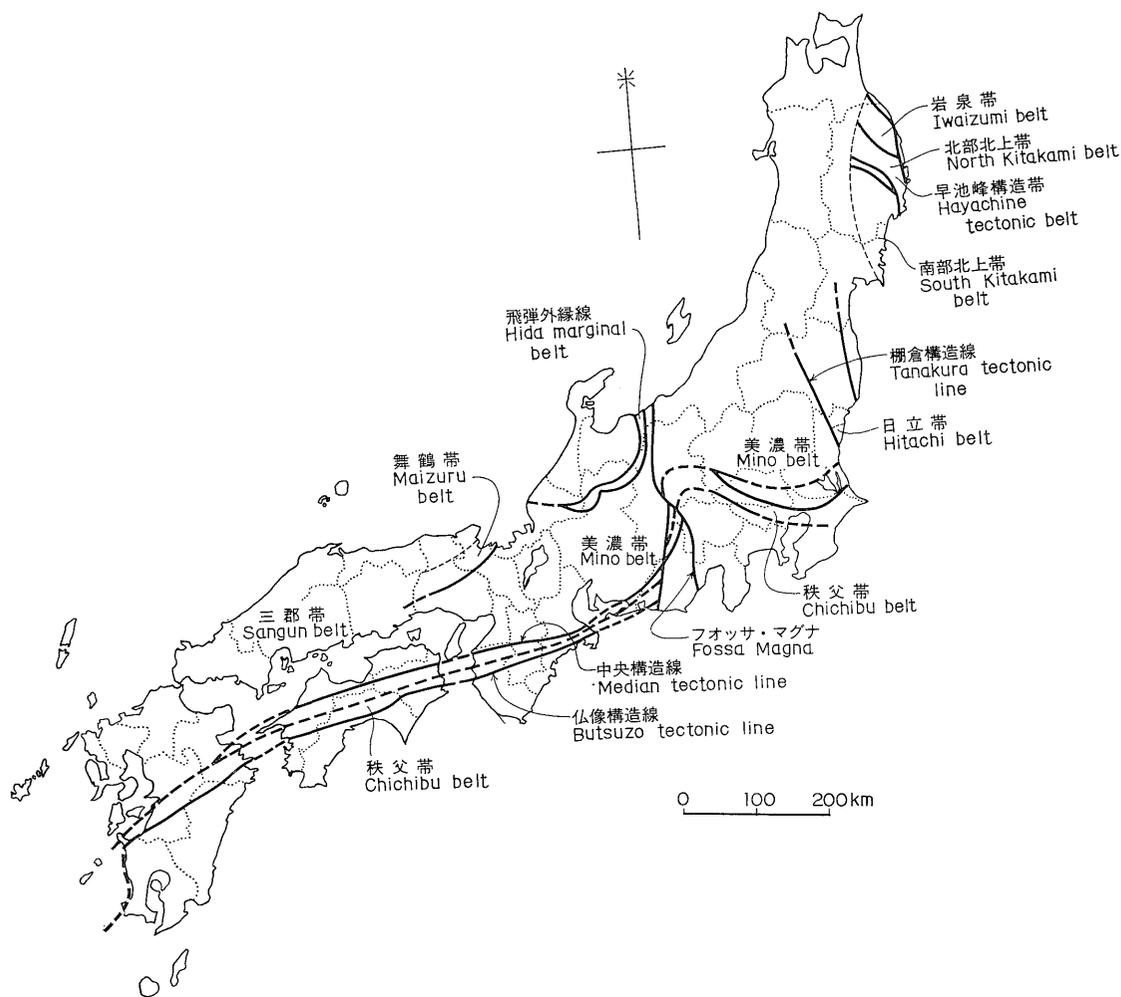
第1表 つづき

第1図の番号	著者	年号	頁	表の番号	分析値の番号	地質区	備考
91	SEKI, Y.	1957	340	13	I, II, III	南部北上帯	
92	SHIMAZU, M.	1962	177	2	1, 2	岩泉帯	
93	"	"	181	4	1, 2	"	
94	"	"	184	5	1, 3-6	"	
95	鈴木 醇	1928	101		1-4	日立帯	
96	鈴木 富治	1929	512	2		"	
97	竹内 常彦・他	1964	52	2	1	南部北上帯	上部
98	樽谷 俊和・他	1966	3	3	1, 2	秩父帯	
99	宇野 達二郎	1961	233	3	1-6	美濃帯	
100	YAMADA, H.	1953	120	4	1-4	南部北上帯	上部
101	"	"	"	"	5	"	"
102	"	"	"	"	7	"	下部
103	"	"	123	5	1-3	"	上部
104	"	"	"	"	4-8	"	下部
105	"	"	134	8	1-8	"	"



第1図 試料採取位置図

Localities of samples analysed.



第2図 広域変成帯をのぞいた本州地向斜の地質区分図

Geotectonic division of the Honshu Geosyncline excluding regional metamorphic belts.

- C 美濃帯: 主として二畳系で、わずかに上部石炭系をふくむ優地向斜堆積物。丹波帯²⁾・足尾帯・筑波帯および領家変成岩原岩を含む。コノドントにより一部三畳系とされている。
- D 舞鶴帯: 三郡(中国)帯と美濃帯との境界部をつくり、中・下部二畳系や変成岩からなり、浅海成の三畳系に不整合におおわれる。
- E 飛騨外縁帯: 飛騨変成帯の南側にそって分布する構造帯で、結晶片岩と非変成のデボン系-二畳系が断片的に細長い地帯に分布する。
- F 日立帯: いわゆる日立古生層からなり、下部は火山岩の優勢な地層からなり、上部は石灰岩・粘板岩・砂岩・火山岩からなる。下部石炭系-二畳系。
- G 南部北上帯: シルル系・デボン系・石炭系・二畳系からなり、石灰岩が各系に発達し、化石の産出も多い。地殻変動を示す堆積間隙がしばしば見いだされる。
- H 早池峰構造帯: 南部北上帯と北部北上帯とを分ける構造帯で、火山岩の優勢な石炭系と、砂岩・泥質岩を主とする二畳系。
- I 北部北上帯: 南部北上帯の石灰岩が優越する相となり、チャートが卓越した相を示す優地向斜堆積物からなる。上部石炭系-二畳系。
- J 岩泉帯: 北部北上帯の外側に位置する優地向斜堆積物からなる。三畳系-ジュラ系。

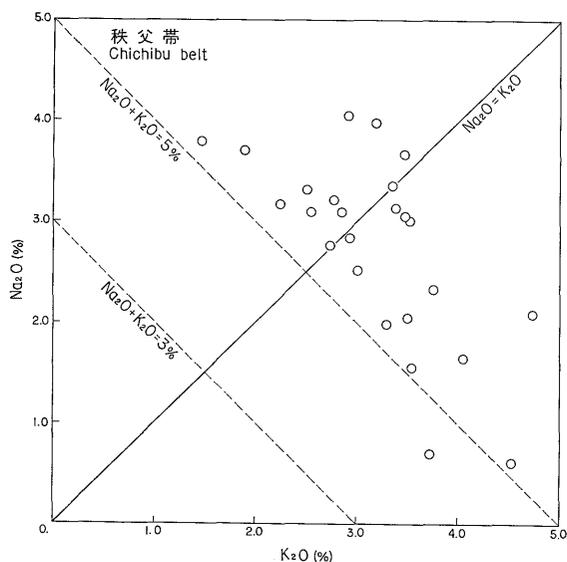
2) 現在のところ丹波帯についての資料はきわめて少ない。

4. 各地質区の泥岩の化学的特徴

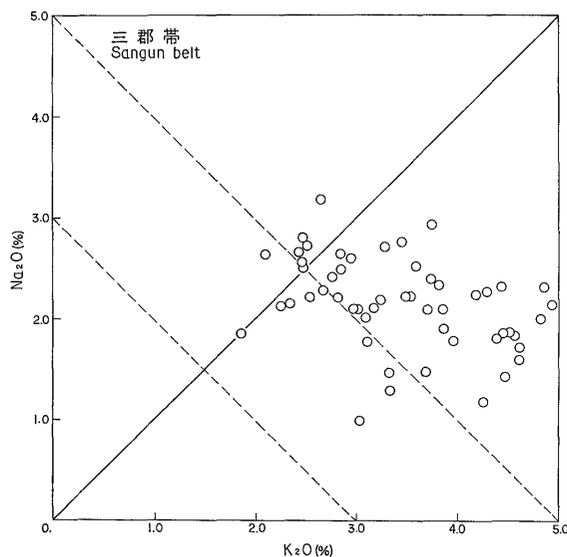
各地質区の泥岩の平均組成を第2表にあげる。また全泥岩の平均組成は第3表に、他の著者の計算による泥岩平均値とともにあげる。ここで“特殊泥岩”としたものは、 SiO_2 : 40-50% のものである。ただし各平均値には、この特殊泥岩も含まれている。

第3図は、分析値数の少ない舞鶴帯・飛騨外縁帯・早池峰構造帯をのぞいた分析値をプロットした $\text{K}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ 図である。第2表と第3図では、南部北上帯を分析値の特徴からみて、かりに下部(石炭紀層と二畳紀坂本沢層)と上部(二畳紀叶倉層および登米層)に分けた。

第2表と第3図にもとづいて、分析数の少ない帯をのぞいた各帯の総体的な特徴を示すと次のようになる。



(1)



(2)

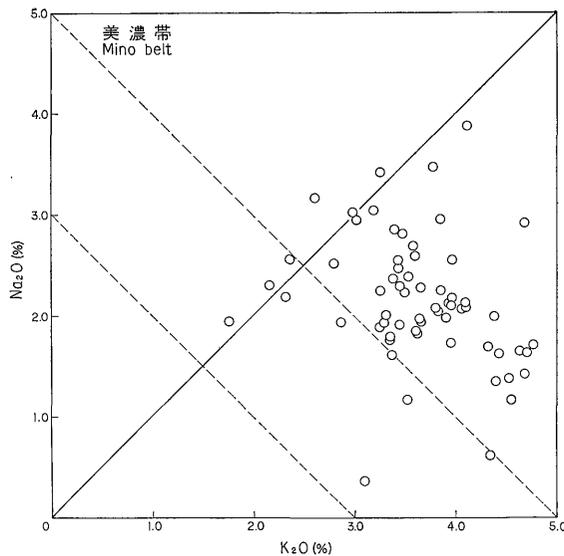
第3図 (1-9) 7 地質区および特殊な泥岩の $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ 図
 $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ diagrams for mudstones in seven geotectonic units
 and for mudstones with 40 to 50% of SiO_2 .

第 2 表 10 地質区の
Average chemical compositions of

	A	B	C	D	E
	秩父帯	三郡帯	美濃帯	舞鶴帯	飛騨外縁帯
	Chichibu belt	Sangun belt	Mino belt	Maizuru belt	Hida marginal belt
SiO ₂	66.62 (27)	62.68 (59)	64.74 (66)	65.78 (5)	49.38 (5)
TiO ₂	0.57 (27)	0.68 (59)	0.65 (66)	0.60 (5)	0.63 (5)
Al ₂ O ₃	15.56 (27)	17.21 (59)	16.29 (66)	14.81 (5)	24.99 (5)
Fe ₂ O ₃	1.66 (27)	1.45 (59)	1.55 (66)	2.96 (5)	5.90 (5)
FeO	2.76 (27)	4.11 (59)	3.63 (66)	2.41 (5)	3.89 (5)
MnO	0.09 (27)	0.10 (59)	0.06 (65)	0.07 (5)	0.04 (2)
MgO	1.71 (27)	2.38 (59)	2.17 (66)	1.71 (5)	0.96 (5)
CaO	0.74 (27)	0.79 (59)	0.66 (66)	0.35 (5)	1.41 (5)
Na ₂ O	2.94 (27)	2.06 (59)	2.19 (66)	2.85 (5)	0.51 (5)
K ₂ O	3.10 (27)	3.66 (59)	3.74 (66)	3.03 (5)	0.22 (5)
P ₂ O ₅	0.14 (27)	0.13 (59)	0.15 (65)	0.08 (5)	0.07 (5)

カッコ内の数字は分析値数

Figures in parentheses are numbers of analyses.



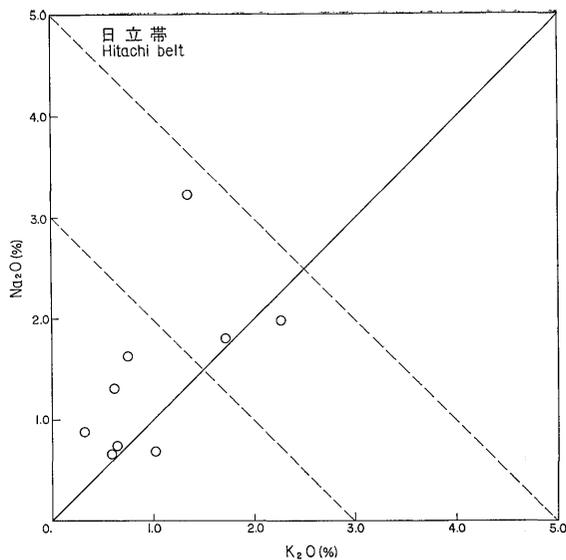
(3)

第 3 図

泥岩の平均化学成分

mudstones in ten geotectonic units.

F	G ₁	G ₂	H	I	J
日立帯 Hitachi belt	南部北上帯下部 Lower part in the South Kitakami belt	南部北上帯上部 Upper part in the South Kitakami belt	早池峰構造帯 Hayachine tectonic belt	北部北上帯 North Kitakami belt	岩泉帯 Iwaizumi belt
58.23 (10)	57.60 (47)	60.06 (39)	57.37 (5)	67.89 (12)	65.37 (21)
0.70 (10)	0.89 (26)	0.79 (29)	1.41 (5)	0.61 (12)	0.53 (21)
22.07 (10)	21.88 (47)	18.68 (39)	21.54 (5)	15.23 (12)	17.87 (21)
2.89 (10)	2.59 (41)	1.77 (29)	2.69 (5)	1.66 (12)	0.92 (21)
7.18 (10)	6.51 (41)	4.68 (29)	8.48 (5)	3.46 (12)	3.92 (21)
0.31 (3)	0.09 (28)	0.07 (29)	0.06 (5)	0.08 (12)	0.05 (21)
1.52 (10)	2.01 (47)	2.67 (39)	1.33 (5)	1.62 (12)	1.51 (21)
1.23 (10)	1.65 (47)	1.22 (39)	1.10 (5)	1.00 (12)	0.90 (21)
1.38 (10)	1.66 (47)	2.15 (39)	1.24 (5)	2.11 (12)	2.13 (21)
1.05 (10)	2.08 (47)	2.38 (39)	1.04 (5)	3.04 (12)	3.54 (21)
tr. (4)	0.09 (14)	0.20 (21)	0.21 (5)	0.08 (12)	0.12 (20)



(4)

第3図

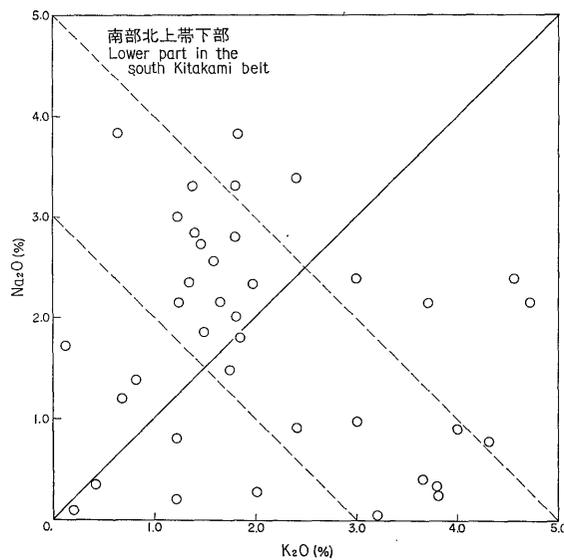
第 3 表 本州地向斜泥岩および世界の泥岩の平均化学成分

Average chemical compositions of mudstones of the Honshu Geosyncline and of the world.

	本州地向斜全泥岩 の平均化学成分	世界の泥岩の平均化学成分		
	この論文 (Present report)	CLARKE and WASHINGTON, 1924	SHAW, 1956	岩崎・桂, 1965
SiO ₂	62.34(296)	58.11	61.54	62.25
TiO ₂	0.69(265)	0.65	0.82	0.75
Al ₂ O ₃	18.08(296)	15.40	16.95	16.92
Fe ₂ O ₃	1.88(280)	4.02	2.56	1.80
FeO	4.39(280)	2.45	3.90	4.09
MnO	0.08(256)	tr.	—	0.08
MgO	2.08(296)	2.44	2.52	2.25
CaO	0.99(296)	3.10	1.76	0.69
Na ₂ O	2.07(296)	1.30	1.84	1.99
K ₂ O	2.97(296)	3.24	3.45	3.51
P ₂ O ₅	0.13(237)	0.17	—	0.12
H ₂ O+	2.78(163)	3.66	} 3.47	3.57
H ₂ O-	0.58(167)	1.33		0.80
CO ₂	0.26 (49)	2.63	1.67	} 1.10
C	0.81 (99)	0.80	—	
Total	100.13	99.30	100.48	99.92

カッコ内の数字は分析値数

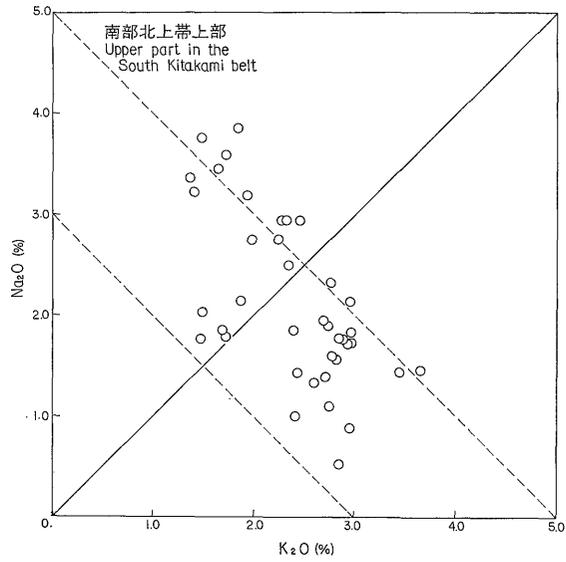
Figures in parenthese are numbers of analyses.



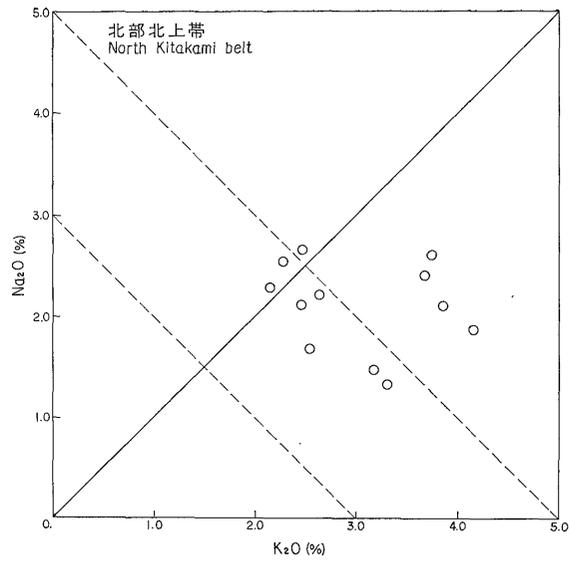
(5)

第 3 図

岩石の平均化学成分とその図示 (小野千恵子)

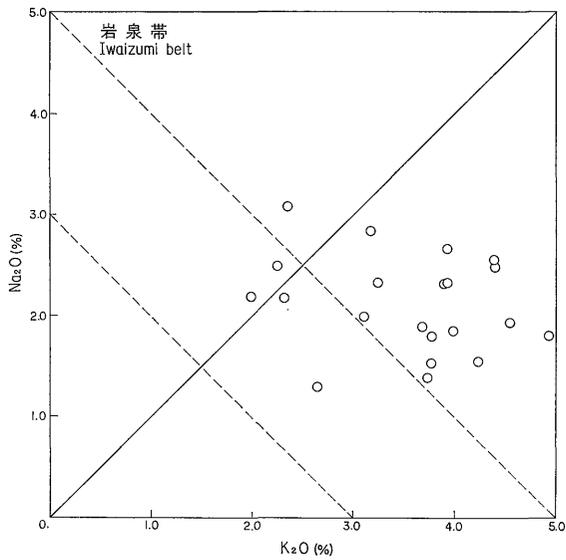


(6)

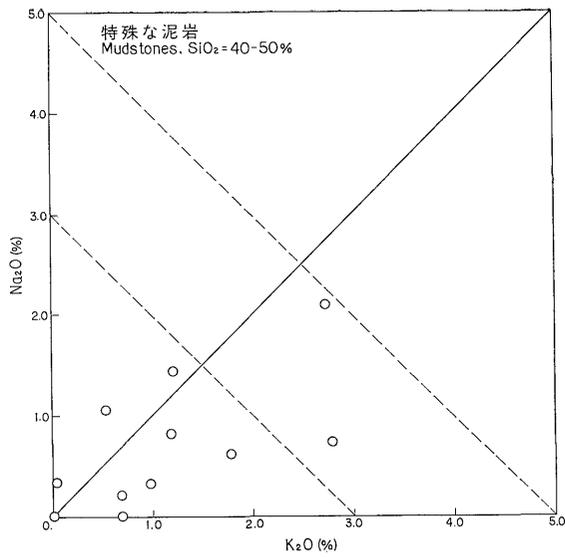


(7)

第3図



(8)



(9)

第 3 図

1. 三郡帯・美濃帯は互によく似た組成を示している。

2. 秩父帯はそれに比較して、 Fe_2O_3+FeO が少なく、 Na_2O が多く、 Na_2O/K_2O 比が大きい。これは都城・原村 (1962) がすでに指摘した注目すべき特徴である。

3. 日立帯は上記諸帯と大きく異なる成分をもっている。 SiO_2 が少なく、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3+FeO が多く、 Na_2O 、 K_2O 、とくに後者が少ない。MIYASHIRO and HARAMURA (1966) が Hitachi facies として注目した通りである。

4. 南部北上帯下部でも、いくつかの分析値は日立帯と非常によく似た性質を示し、いくつかは次の南部北上帯上部によく似ている。

5. 南部北上帯上部は、同帯下部とは異なり、日立帯類似のものがほとんどみられない。しかし三郡帯・美濃帯に比較すると Fe_2O_3+FeO が多く、 K_2O が少ない。一部のものは Na_2O が多く Na_2O/K_2O 比が大きい。

6. 北部北上帯は、分析値数が少ないから詳細はよくわからないが、三郡・美濃帯よりも K_2O が少なく、 Na_2O/K_2O 比はそれら両帯と秩父帯との中間の性質を示している。

7. 岩泉帯は三郡・美濃帯に類似する。

8. 特殊な泥岩は、片田・小野 (1968)、IWA0 (1973) がいうように、強く風化作用をうけた残留粘土、とくにラテライト質の性質を示している。すなわち、 SiO_2 が少なく、 Al_2O_3 が多く、 Fe_2O_3+FeO が多く、 Na_2O 、 K_2O が少ない。飛騨外縁帯の公表されている分析値も同様である (猪郷, 1961; IWA0, 1973)。そして日立帯や南部北上帯のいくつかの泥岩が、この特殊な泥岩に似ていることは注目すべきであろう。

9. 第3表によると、本州地向斜全体の泥岩の平均値は、岩崎・桂 (1965) の平均値に近い値を示している。また CLARKE and WASHINGTON (1924)、SHAW (1956) のものに比較して、 Fe_2O_3+FeO および $CaCO_3$ が少ないのが特徴である。

ただし今回の平均値は、各地質区の分布面積の「重み」を考えていない。重みつき平均値では、三郡帯プラス美濃帯の面積が圧倒的に広いことからみて、三郡・美濃帯類似の値が得られるであろう。これは今後の作業である。また今まで述べてきた化学成分に関する地質学的議論も別の機会に行う予定でいる。

文 献

CLARKE, F. W. and WASHINGTON, H. S. (1924)
The composition of the earth's crust.

117 p., U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 127.

原村 寛 (1961 a) 古生層の粘板岩の化学組成 I. 三波川変成帯より太平洋側の地域. 地質雑, vol. 67, p. 618-622.

——— (1961 b) 古生層の粘板岩の化学組成 II. 長野県辰野・塩尻地方. 地質雑, vol. 67, p. 671-675.

——— (1962) 古生層の粘板岩の化学組成 III. 西南日本内帯の3地域. 地質雑, vol. 68, p. 29-32.

長谷川修三 (1955) 岩手県東磐井郡大東町興田産コランダム及び灰鉄柘榴石. 岩鉱, vol. 39, p. 194-203.

HAYAMA, Y. (1964) Progressive metamorphism of pelitic and psammitic rocks in the Komagane district, Nagano pref., central Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, sec. II, vol. 15, p. 321-369.

本間弘次 (1963) 岩泉町付近の含ざくろ石熱変成岩について. 地球科学, no. 68, p. 1-8.

猪郷久義 (1961) 一の谷層 (石炭系) に認められた非整合と礫土質頁岩について. 地質雑, vol. 67, p. 261-273.

稲積章生 (1971) 四国地方頁岩および粘板岩の化学組成. 日本化学雑誌, vol. 92, p. 326-330.

——— (1975) 中国地方の古生層泥質頁岩の化学組成. 地質雑, vol. 81, p. 513-520.

磯見 博 (1968) 日本地質構造図. 200 万分の1地質編集図 no. 12, 地質調査所.

IWA0, S. (1973) Chemical compositions of aluminous metamorphic rocks from the Kitakami Mountains, northeast Japan. A suggestion as to the occurrence of lateritic sediments in the upper Paleozoic systems in Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo*, sec. II, vol. 18, p. 455-474.

岩生周一・高橋 博・河田清雄 (1952) 粒度差による岩石粉中の遊離珪酸量測定の一例——特に珪肺問題に関連して——. 地質調月, vol. 3, p. 542-546.

岩崎文嗣・桂 敬 (1965) 粘板岩の化学組成. 日本地球化学会ニュース, no. 30, p. 6-8.

神戸信和・片田正人・大森貞子 (1969) 南部北上山地の二疊系登米粘板岩の化学組成および堆

- 積環境。地質調月, vol. 20, p. 1-11.
- 片田正人・磯見 博・大森えい(1971) 北部北上帯古生層の砂岩とスレート (予報)。岩鉱, vol. 65, p. 129-143.
- KATADA, M., ISOMI, H., OMORI, E. and YAMADA, T. (1963 a) Chemical composition of Paleozoic rocks from northern Kiso district and of Toyoma clayslates in Kitakami Mountainland: I. Chemical composition of pelitic rocks. *Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, vol. 49, p. 85-100.
- , ———, ——— and ——— (1963b) Chemical composition of Paleozoic rocks from northern Kiso district and of Toyoma clayslates in Kitakami Mountainland: II. Chemical composition of psammitic rocks and basalts. *Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, vol. 50, p. 151-162.
- , ———, ——— and ——— (1964) Chemical composition of Paleozoic rocks from northern Kiso district and of Toyoma clayslates in Kitakami Mountainland: Supplement. Carbon and Carbon dioxide. *Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, vol. 25, p. 217-221.
- 片田正人・小野千恵子(1968) 北上山地の古生層泥質岩の化学成分。岩鉱, vol. 60, p. 75-91.
- ・——— (1969) 北上山地の古生層泥質岩の化学成分 (補遺および考察)。地質調月, vol. 20, p. 79-81.
- 河田学夫(1962) 地質調査所化学分析成果表 I (岩石・鉱物 1954-1960)。地質調報, no. 195, 176 p.
- 河野義禮(1933) 峯寺山産球類岩石の化学的研究 (概報)。岩鉱, vol. 10, p. 124-134.
- KOIDE, H. (1958) *Dando granodioritic intrusives and their associated metamorphic complex.* 311 p., Japan Society for the Promotion of Science.
- 近藤 務(1966) 宮城県に発達するペルム系登米統黒色粘板岩の放射能。地質雑, vol. 72, p. 427-437.
- 都城秋穂・原村 寛(1962) 古生層の粘板岩の化学組成 IV. 地向斜堆積物の帯状分布と変成帯の位置。地質雑, vol. 68, p. 75-82.
- MIYASHIRO, A. and HARAMURA, H. (1966) Sedimentation and regional metamorphism in the Paleozoic geosynclinal pile of Japan. *Sympo. Tectonics. Nation. Inst. Sci. India & Indian Geophys. Union*, p. 45-55.
- 岡田 茂(1956) 花崗質岩石の貫入に伴う接触変成作用の地球化学的研究——岩手県気仙郡越喜来地方の regional geochemistry (その2)——。地質雑, vol. 62, p. 688-699.
- 大木靖衛(1958) 木曾山脈北部の熱変成岩類。地質雑, vol. 64, p. 1-12.
- ŌKI, Y. (1961) Metamorphism in the Northern Kiso range, Nagano prefecture, Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, vol. 32, p. 479-496.
- 小野千恵子・磯見 博(1967) 日本列島におけるいろいろの岩石のしめる面積の比較および考察。地質調月, vol. 18, p. 467-476.
- ・片田正人(1970) 北上山地の古生層泥質岩変成相の化学成分に関する2, 3の事実。地質調月, vol. 21, p. 1-8.
- ・丹治耕吉・安藤直行・片田正人(1975) 岩石の平均化学成分とその図示 3. 地殻。地質調月, vol. 26, p. 445-453.
- 小貫義男(1969) 北上山地地質誌。東北大地質古生物研報, no. 99, p. 1-239.
- 大貫 仁(1960) 岩手県下閉伊郡川井村の含クロリトイド岩。岩鉱, vol. 44, p. 300-306.
- (1968) 北上山地, 遠野接触変成帯のアルマンディノーホルンフェルス。岩鉱, vol. 59, p. 9-20.
- 榊原雄太郎(1963) 長野県下伊那郡和合地域の花崗岩および変成岩について。地質雑, vol. 69, p. 25-37.
- SEKI, Y. (1954) On chloritoid rocks in the Kitakami Median Metamorphic Zone, northeastern Japan. *Sci. Rept. Saitama Univ.*, ser. B, vol. 1, p. 223-263.
- (1957) Petrological study of hornfelses in the central part of the Median Zone of Kitakami Mountainland, Iwate prefecture. *Sci. Rept. Saitama Univ.*, ser. B, vol. 2, p. 307-361.
- SHAW, D. M. (1956) Geochemistry of pelitic rocks. Part III: Major elements and general

- geochemistry. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 67, p. 919-934.
- SHIMAZU, M. (1962) Petrological study of the thermally metamorphosed rocks surrounding the Tanohata granitic mass, northern Kitakami Mountainland, northeastern Japan (I). *Jour. Japan. Assoc. Min. Petr. Econ. Geol.*, vol. 48, p. 167-190.
- 鈴木 醇 (1927) 日立鉾山附近のオットレライト千枚岩の成因 (一). *地質雑*, vol. 34, p. 83-109.
- 鈴木富治 (1929) 日立鉾山採鉾に就て. *日鉾会誌*, vol. 45, p. 510-552.
- 竹内常彦・山岡一雄 (1964) 岩手県大峰鉾山の鉾床と成因について (I). *岩鉾*, vol. 52, p. 39-54.
- 丹治耕吉・片田正人・大森貞子 (1974) 岩石の平均化学成分とその図示 1. 火成岩類. *地質調月*, vol. 25, p. 581-592.
- ・小野千恵子・安藤直行・片田正人 (1975) 岩石の平均化学成分とその図示 2. 堆積岩類. *地質調月*, vol. 26, p. 179-185.
- 樽谷俊和・小倉次利 (1966) 九州地方の堆積岩の化学組成 I. 九大島原火山温研報, no. 2, p. 1-4.
- 宇野達二郎 (1961) 茨城県筑波地方の変成岩. *地質雑*, vol. 67, p. 228-236.
- YAMADA, H. (1953) On thermally metamorphosed rocks in Senmaya district, Iwate prefecture, Japan. *Bull. Tokyo Inst. Tech.*, ser. B, no. 3, p. 107-147.
- YOSHIDA, T. ed. (1975) *An outline of the geology of Japan*. 61 p., Geol. Surv. Japan.
- (受付: 1975年12月17日; 受理: 1976年3月22日)