

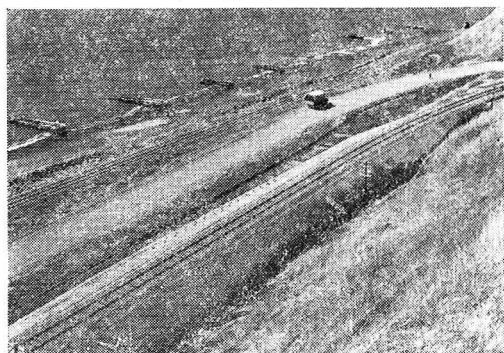
日高海岸における漂砂の研究 第1報

福島 久雄*・高橋 将****
 柏村 正和**・安井 敬*****
 八 鍬 功***

1. 概 説

日高海岸は襟裳岬、苫小牧間延長約 150 km にわたり、苫小牧付近を除いては広大な砂浜海岸は少なく、ことに様似―襟裳岬間は断崖巨岩が海に臨む岩石海岸であり、残りの中央部は上部が平坦な隆起性海岸段丘が延々と連なり波蝕崖が海と接する浸蝕性の海岸である。気象台の資料によれば¹⁾ 冬から春にかけては西北西の風が卓越し、春から秋にかけては南～南東の風が卓越する。そのため波の入射方向がそれに応じて決まり、さらに、それによって発生する沿岸流は冬から春にわたっては襟裳岬方向に向かい、春から秋の間は苫小牧方向に向かう頻度が高く、ことに強度では苫小牧に向かう沿岸流が1年を通じて卓越している。日高海岸は直線的に見えるがよく見ると凹凸をかなり持っており、部分的には年々かなりの浸蝕が報告されていて、波蝕崖が次第に後退し、鉄道、道路、民家の被害が増大している(写真-1 参照)。また日高水系は 図-1、2 に示すように襟裳岬から苫小

写真-1 清畠―厚賀間沿岸浸蝕現場(昭和 36 年 3 月)
 欠損のため鉄道を陸側に移設したところ。旧鉄道の海側には、もと道路があったが現在は海中に没している。



牧に向かって各河川は次第に流域面積が増大し、原始河川に近いものが多いためかなりの土砂流出が予想されている。したがって流出土砂量は襟裳岬から苫小牧に向かってやはり増大していることが容易に納得される。海岸浸蝕と河川の流出土砂は漂砂の補給源となって1年を通じて苫小牧方向に輸送される。これは浦河付近からその

傾向が現われ始め、西方に向かうにしたがってその現象が顕著となっている。特に節婦、厚賀両港の付近は漂砂の現象がきわめて活潑であり、次節で述べるように港の機能に致命的打撃を与えている。春から次第に港の東側防波堤には漂砂が定着し始め、夏には港口近くにまで至り

図-1 日高海岸に流入する河川とその流域図

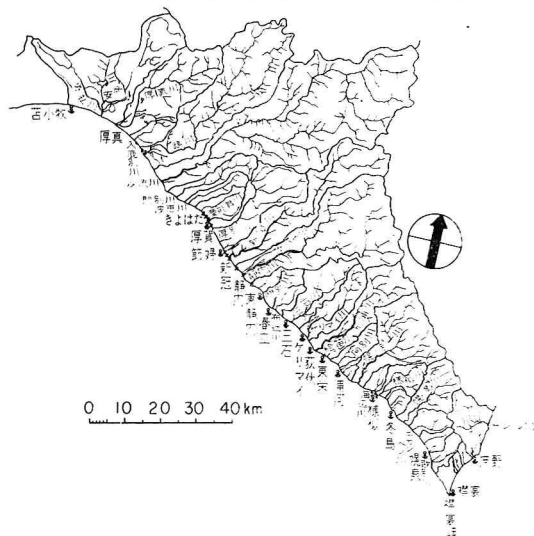
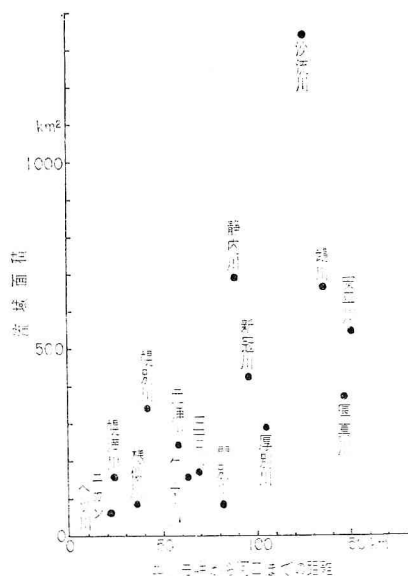


図-2 各河川の流域面積と襟裳岬から各河口までの距離との関係



* 正員 理博 北海道大学工学部教授
 ** 正員 理博 北海道大学工学部助教授
 *** 正員 理博 北海道大学工学部講師
 **** 正員 北海道大学工学部講師
 ***** 正員 節婦漁港修築事業所長

秋の台風時には堆積した砂層上部を巨浪が遡上して防波堤の一部の天端を多量の砂を伴って越え、港内に砂を蓄積し、そのため毎年この時期には港の機能は停止してしまう。冬期波向、沿岸流の転向により東側汀線は後退するがその量は夏期の堆積にくらべれば少ない。筆者らは以上両港の漂砂対策の資料を得るために昭和35年度から基礎調査を始め現在なお継続中である。観測資料はしだいに豊富になりその解析も着々と進行しているが、ここにさしあたって日高海岸の漂砂、とくに節婦、厚賀両港の漂砂、沿岸流、および漂砂と海底の砂の粒度の関係、さらに漂砂補給源推定のために試みているX線回折による砂質分析の結果などに関し、その概略を述べて第1報としたい。

2. 節婦、厚賀両港付近の漂砂

節婦、厚賀両港付近に漂砂現象が現われ始めたのは、昭和24年の着工時に始まる。写真-2に節婦港の着工前と8年後の航空写真を示す。構築と同時に東側汀線が沖にのび始め、8年にして150mも前進し港内には多量の砂が定着した。反対に西側では今まで漂砂の受給あいなかばして準平衡を保っていた汀線が防波堤によって、その供給が断たれたことにより欠漬がいちじるしく現われ護岸工事が行なわれるようになった。8年間の東側の漂砂堆積量は多少ひかえ目に見積って約30万 m^3 と計算される。すなわち、1年間に約4万 m^3 の速度で堆積したことになる。苫小牧の1年間の堆積速度が15万

写真-2(a) 昭和23年4月の節婦海岸

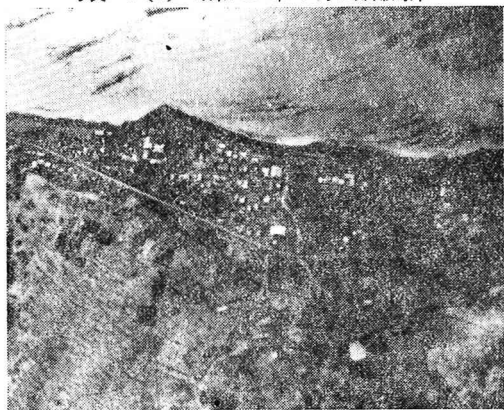
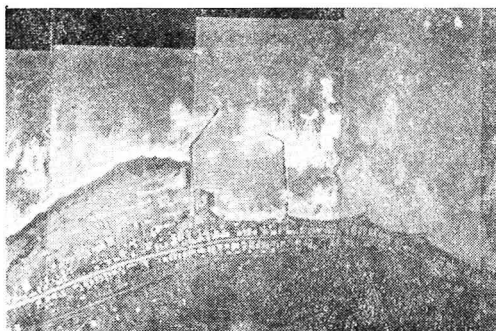


写真-2(b) 昭和31年11月の節婦港

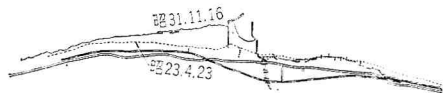


写真-2(c) 昭和31年11月の厚賀港



m^3 であり、また漂砂量は1年間45万 m^3 と報告されているが²⁾、襟裳岬から苫小牧に向かって河川の流域がしだいに増加することや、沿岸欠漬浸蝕の累積効果を考慮すれば節婦の1年間4万 m^3 の堆積量は、ほぼ妥当な値と思われる。昭和31年頃以来、毎年夏期の堆積量は7~8月頃飽和状態に達し、その後堆積しきれない漂砂

図-3 節婦港の着工前と8年後の汀線

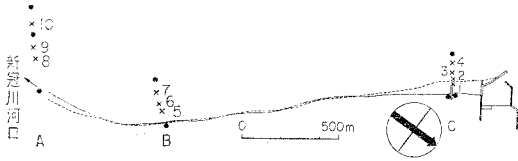


は港口付近に沈積したり、または港口を横ぎって西側に進行する結果となっている。節婦港の東方約3kmに新冠川河口があるが、さらに3~4km東方が現在浸蝕はなはだしく、節婦港の漂砂は新冠川流出土砂か、または上記波蝕崖か、あるいは、またさらに東方の静内川からの流出土砂によるものか、いずれを一次的補給源としているかについて漂砂の成分分析を試みているが現在の段階ではいずれが主とにわからぬ。新冠川の自然流下土量は年間約26万 m^3 といわれ、また昭和31年から34年まで上流工事による流下土量は4年間に47万 m^3 と見積られているので、これを漂砂の主原因とする考え方もできるが、最近、新冠川の砂防工事がひとまず完成したにもかかわらず節婦港の漂砂は減少のけはいなく、逆に依然としてその影響は拡大しつつあるので主原因をさらに東方の波蝕崖や、静内川に求める説が注目されてきたが、いずれ漂砂の成分分析が完成すれば明らかになっていくものと考えている。節婦の漂砂の動きに着目すると2通りの形式が考えられる。新冠川河口西側には判官館と称する日高山系の一部が巨巖となって海中に突き出しているが、節婦港とこれとの間の汀線はゆるく陸側に湾入している。この区間で1年を通じて夏期には節婦側に、冬期には判官館方向に寄せられる漂砂がありそれが一つの移動形式になっている。図-4は夏期と冬期のこの区間の汀線を図示してある。実線は昭和36年3月9日の測定、破線は同年9月27日の測定によるものであって両地点中央部はかなりの距離にわたって安定な形状を示していることが見られる。節婦側は夏期前

進、冬期後退、新冠川河口側は逆に夏期に後退、冬期に前進している。これは前に述べたような卓越波向の夏期と冬期の変向が局部的にもたらした結果である。日高海岸はこうに、港の構造物と自然の岬との間に同様な

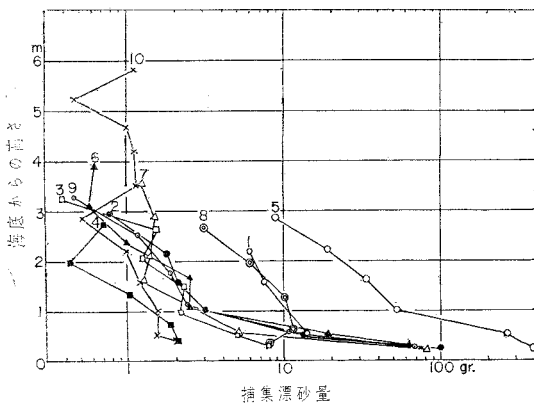
図-4 節婦港東側の夏期と冬期の汀線

×印は漂砂捕集位置、●印と×印で底質汀線砂質の粒度分析を行った。



現象があり筆者らの実地踏査および、ほかの報告³⁾の結果からそれを確認できる。別の形式はもっと視野を大きくして見たときの漂砂の動きで、岬や港を迂回して1年を通じ北西に移動する漂砂であり、これも、もちろん1年間の波浪の方向強度の統計の結果からもたらされるものである。節婦港と新冠川河口の中間部は以上の観点から見ると汀線形状は安定であるが、漂砂の移動量は1年を通じて最も多いと考えられる。図-5に昭和36年3月に行なった北大方式による漂砂捕集結果を示す。捕集地点は図-4の1~10の各点である。縦軸に深さ、横軸に捕砂量をとってあるが、これによると No. 5 の地点で最も捕集量が多い。岸から測点までの距離は捕砂量に大きく影響するので、これだけでは即断できないが上述の考え方に一応合致した結果となっている。風力、波力と漂砂、汀線変化との関係は最も興味あるが、風、波浪の1年間の観測が最近完了しているのでその解析を待って検討し第2報で発表する予定である。厚賀港は節婦と同様に東方に厚別川をひかえており、漂砂の状態は節婦港の場合と酷似していて節婦の状態から類推して状況を知ることができる。

図-5 捕集漂砂量の鉛直分布



3. 沿岸流

漂砂を論ずる際に沿岸流、並岸流などの知識が必要であるが、節婦港では流向板⁴⁾を用いて1年間の流向を記

録した。海岸から150m および300m の2カ所に流向板を設置し、毎日定時にその方向を陸上から観測するのである。2カ所の流向板は常に同方向を指示し、異方向を示したのは、1年にわずか数える程度であった。これから砕波帯内から沖までかなり広範囲にわたって流向を同一に論ずることができる。流向は親潮、黒潮の配置による補流や、潮流、吹送流、傾斜流、波による質量輸送流、水温変化にともなう密度流などをふくむが、この場合最も流向に支配的なのは波向であることが推定されている。表-1は流向板による1年間の流向頻度を示す。これによると、はっきり4月から9月にかけて苫小牧向き(夏型)、10月から3月にかけて襟裳岬向き(冬型)にわかれている。ことに7、8月と12、1、2月はそれぞれ夏型、冬型の典型を示し夏型は熱帯性低気圧による

表-1 節婦港沖流向頻度(昭和36~37年)

流 向	月	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
襟裳岬方向		16	9	9	9	5	5	5	17	20	22	23	18
苫小牧方向		14	12	16	20	25	24	12	13	9	5	5	5

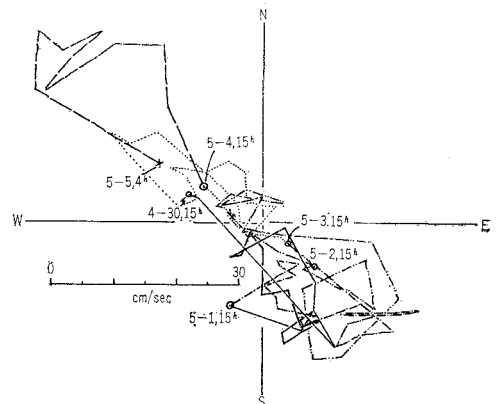
うねりのために相当強い流れが発生し、これが年間漂砂の北西方向への移動に主役を果たしているのである。表-2はこの沿岸流が波向に主として左右されることを示すための流向波向の相関表であって、これから両者の独立性を検定することができる。表-2の相関係数 $r=0.75$ 、全度数 $N=318$ である。両者が独立の場合 $\chi^2=Nr^2$ が6.635より大きくなる確率は1%であるが、表-2では $\chi^2=179.9$ となって独立性の帰無仮説の下では

表-2 流向と波向の相関表(昭和36年3月~37年2月)

襟裳岬方向	28	130
苫小牧方向	148	12
流 向	波 向	
	沖に向かって左から入射	沖に向かって右から入射

その発生は非常に確率が小さく、したがってきわめて小さい危険率をもって流向と波向が関係していることを指摘することができる。沿岸流の潮流成分を見るために昭和37年4月30日から5月5日までの間、小野式流速計

図-6 節婦港沖の海流図



によって連続測定して作った海流図を 図-6 に示す。これによると日によって不規則に流向が変わり、日周、半日周潮流の成分に不規則な大きな一般流が重なっていることがわかる。ゆえに支配的なのは前にも述べたように波向に対応する流れである。

4. 節婦港付近の底質粒度分析

図-4 に示す竹ざお投入点付近および汀線で底質を採取し、ふるいによる粒度分析を行なって粒度累積曲線をつくり、各底質の中央粒径 Md_ϕ および標準偏差 σ_ϕ を求めた。中央粒径は累積曲線の 50% に相当する粒度 ϕ_{50} 、標準偏差は 84%, 16% に相当する粒度 ϕ_{84} 、 ϕ_{16} から、 $\sigma_\phi = \frac{1}{2}(\phi_{84} - \phi_{16})$ によって定義される。 ϕ は粒径 d mm から $\phi = -\log_2 d$ によって定義され、一般に粒径を表わすのに用いられている。

表-3 はその結果を示したもので、A, B, C 各地点における採砂点の水深、 Md_ϕ 、 σ_ϕ を地点別に示してある。

表-3

A			B			C		
水深 (m)	Md_ϕ	σ_ϕ	水深 (m)	Md_ϕ	σ_ϕ	水深 (m)	Md_ϕ	σ_ϕ
汀線	-0.63	0.72	汀線	1.43	0.69	汀線 防砂突堤左	2.56	0.58
						防砂突堤右	-0.23	1.48
3.0	1.88	0.40	1.5	1.94	0.29	1.9	2.00	0.60
4.5	2.56	0.52	2.5	2.65	0.36	2.6	2.32	0.67
6.0	2.56	0.47	3.9	2.74	0.35	3.8	2.83	0.51
7.5	2.56	0.48	5.5	2.56	0.42	5.0	0.45	0.61
						5.3	2.39	0.48

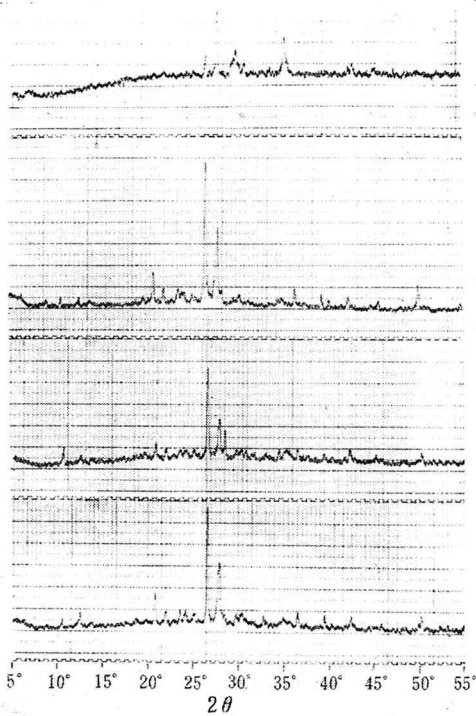
A, B, C 地点の同水深における底質の中央粒径は二、三の例外を除いて大体同じ値となっており、また同地点では水深が深くなるにつれて中央粒径が小さくなっているが、 σ_ϕ の値は A, C 地点にくらべ B 地点の底質が非常に小さな値となっている。また汀線における砂は底質とは無関係に新冠川河口から遠ざかる A, B, C の順で粒径が小さく、 σ_ϕ は大体同じ値となっている。 σ_ϕ の値の大小はその底質がどの程度淘汰されているかを表わすもので、 σ_ϕ が小さな値をとるほど、その底質はよく淘汰されていることを意味する。したがって B 地点の底質は A, C 地点の底質にくらべよく淘汰されていることになるが、これは 図-7 によっても明らかのように節婦港の東側汀線の地形が B 地点を頂点とする凹形になっており、B 点付近で海底の擾乱が激しいためで、これは竹ざおで捕集した漂砂量が B 地点のものが A, C 地点よりも多かったことによって明らかである。

5. X 線による砂質分析の試み

36年3月、節婦、厚賀両港を中心として、静内から清畠までの各港の内外、海岸、海底あるいは河口内部などから採取した砂のうち 11 個の試料について X 線回折分析を行なってみた。試料の採取地点は 図-1 中に×印で

示しておいた。また分析チャートのうち 4 例を 写真-3 に示す。

写真-3 X 線回折分析チャート
上から T 047, T 013, T 001, T 023



これは日高沿岸、特に静内以西苫小牧付近までの海底に、近年多く見られるようになった漂砂が、どのような過程を経て生じたものか調査する目的の一部として行なっているものであり、河川によって排出される土砂とこれら漂砂の関係を見出そうとするものである。

X 線回折分析においては、砂を構成する鉱物、岩石をそれらが持つ結晶の特徴から分析するのであるが、一般に砂は石英、長石、磁鉄鉱、輝石、かんらん石、角閃石、黒雲母、紅石、粘土鉱物、岩石としては各種火山岩、変成岩、石灰岩などより構成されている。これらのほかに、日高沿岸の砂には、チタン鉄鉱、クローム鉄鉱などがふくまれている⁵⁾。これらのうち石英、長石を除いたほかは、一般に X 線吸収係数が大であるため、含有比が 10% を越すような場合でも、分析チャート上に目につくほどのピークを現わさないことが多い。このため定性分析の結果としては 表-4 に示すように、多くの場合石英、長石あるいは粘土鉱物などの存在がわかる程度にとどまり、ほかの鉱物を検出するには種々の物理的または化学的な操作を試料に加えなければならないことが多い。

現在は日高沿岸、噴火湾あるいは十勝沿岸などの海岸砂についての分析チャートの作製中であり、したがって先に述べた 11 個の試料の分析チャートについても必要

表—4 X線回折曲線データ ($2\theta=5^\circ\sim 35^\circ$ 中のおもなもの, 単位は KX)

Sample No. 採取地点	T 027 有勢内	T 024 静内川 河口左岸	T 025 静内川 河口より 3 K 西汀	T 053 新冠川河 口より 1.8 km 上流	T 028 新冠川 河口左岸	T 041 節婦港捕 砂竹 No. 5 付近底	T 001 節婦港沖 120 m 底	T 026 厚賀港東 70 m 汀	T 044 厚賀台地 凝灰岩	T 045 賀張川 河口左岸	T 047 清 島
Clay		14.3		14.3					10.2 9.7		
Clay	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5		7.14	
F	7.17	7.14 6.42	7.14	7.14		7.14	7.14	7.14	7.17	6.42 4.96	
Clay	4.72		4.75					4.77	4.75		
Q	4.28	4.28	4.28	4.27	4.28	4.28	4.27	4.28	4.29	4.28	4.28
Clay	4.06	4.06	4.05	4.06	4.06	4.06	4.05	4.07	4.06	4.05	4.07
F	3.77	3.79	3.79	3.79	3.79		3.77	3.79	3.79	3.79	
F	3.69		3.67	3.69				3.67	3.67	3.68	
Clay	3.55	3.55	3.55	3.55	3.55	3.56	3.55	3.55	3.55	3.55	
Clay				3.48			3.49		3.49	3.48	
Q	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.36	3.35	3.36	3.36	3.36	3.36
F	3.19	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.21	3.20	3.20	3.20	3.20
Clay		3.13	3.14	3.13		3.14	3.14				3.13
	3.01	3.01		3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	2.99
F	2.95	2.95	2.96		2.96	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95	
Cr		2.84	2.84	2.84		2.83	2.82		2.84		2.83
		2.71	2.71	2.71	2.72		2.71				
M クロマイト	○4<	○4<	×	×	○4<	○3	○2	○3.5	×	×	○3.5

(注) Clay; 粘土 F; 長石 Q; 石英 Cr; クリソバライト M; マグネタイト (磁鉄鉱)

な検討をすべて加えるに至っていないので、結論は今後に持ち越されるが、現在までのところ大体つぎのようなことがいえる。

表—4 のとおり清島を除いたほかは、ほとんど同様の成分からなることがわかる。ごくわずかな違いは静内川河口、新冠川上流で採取したもの、および厚賀台地凝灰岩 (海成層) には、面間隔 $d=14.3, 10.2$ あるいは 9.7 KX などの粘土鉱物 (イライトの一種と思われる) がふくまれているが、海岸から採取したものにはこれがふくまれていないことである。

また清島海岸から採取した砂は多量の砂鉄がふくまれていることが肉眼でも判然としており、チャート上にはマグネタイト (磁鉄鉱) のピークが強く現われている。しかし、砂の分析チャート図形はどこで採取した砂でも大体似た形を示し⁹⁾、以上のことから、これらの砂の起源を論ずることはできない。そこで日高山系の特徴的な鉱物であるクロム鉄鉱 ($\text{FeO} \cdot \text{CrO}_3$) = クロマイトが海岸、海底の砂の中に存在するかどうか調べることにしている。

クロマイトがX線分析チャート上に現わすピークのおもなものは、 $d=3.10, 2.82, 2.21, 2.02$ KX のものであり⁹⁾、このうち 2.02 が一番強い。そこで、このクロマイトのピークを先の試料のチャート上にさがしてみたところ興味ある結果がでた。表—4 中にその存在の有無をそれぞれ○×で示し、存在するものには○の横に 2.02 KX のピークの強さを示しておいた。ただしこのピークがチャート上に存在していても、それはクロマイ

トの存在の十分条件ではない。

これらの d にピークを持つ物質はほかに数多く存在し、またそのうちのいくつかは砂の中に存在する可能性があるからである。したがって、これらのピークがすべて存在することはクロマイトの存在の必要条件にはなるが十分条件にはなり得ない。ここではこれらがクロマイトによるものと仮定すれば、海岸、海底から採取した砂にはそれが存在するが、河口内外あるいは台地より採取したものには存在していないことがわかる。これらのピークがクロマイトによるものと決定できない現在の段階では、これ以上の推定を行なうのは無意味と思われるが、さらにこの仮定を容認すれば、クロマイトを海に流し出しているのは少なくとも新冠川、賀張川ではないことが予想される。

日高山脈中のクロマイトは、主として蛇紋岩中に鉄塊として存在するが⁹⁾、蛇紋岩は静内川上流地域に多く存在する⁹⁾。このことからクロマイトと静内川、しいていえば漂砂と静内川との関係が密接なものであることが予想される。このことについては今後の調査で明らかになりたい。

なお砂の移動を調べるうえにおいて、非結晶質の部分の分析もきわめて有効であると思われる。地域的な特徴はむしろ岩石の部分がはっきりしており、これらの詳しい分析の方法が確立されることが望まれる。X線分析チャート上では、非晶質の含有量がバックグラウンドの高さとして現われてくるが、この 11 個の試料からは特別な結果は得られなかった。なお試料は、500 g 程度採取

した砂から成分がかたよらないように注意して約 20 g をとり乳鉢で粉砕し、タイラー 200 番メッシュ (0.074 mm) を全通させて調整したものである。

終りにのぞみこの研究調査にご援助をいただいた北海道土木部港湾課長 白川秀一氏、室蘭土木現業所技術長 石倉建治氏に深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 札幌管区気象台：北海道天気予報指針，胆振日高の部，(昭和 37 年 3 月)
- 2) 白石直文：港湾建設に関連する海岸漂砂の調査について，第 4 回海岸工学講演会講演集，(昭和 32 年 11 月)
- 3) 北海道開発局室蘭開発建設部，苫小牧港建設事務所：苫

小牧港調査報告，(昭和 36 年 3 月)

- 4) 柏村正和：噴火湾内の沿岸流，日本海洋学会誌第 16 巻第 1 号，(1960 年 4 月)
福島久雄・柏村正和：漂砂とその測定第 5 報，第 7 回海岸工学講演会講演集，(昭和 35 年 11 月)
- 5) 大町北一郎・鈴木淑夫・早川彰：北海道苫小牧を中心とする海浜砂鉄鉱床について (II)，岩石鉱物鉱床学会誌，Vol. 39, No. 4, (昭和 30 年 8 月)
- 6) 現在整理中，未発表
- 7) 久保輝一郎・加藤誠軌：X 線回折による化学分析，日刊工業新聞社
- 8) 化学便覧，日本化学会編
- 9) 北海道地下資源調査所：北海道地質図 (4) および同図説明書