

海岸地形の類似点について

運輸省第二港湾建設局
横浜港工事事務所長

春 田 忠 雄

1. はしがき

日本海側の主として北半にある福井県から秋田県に至る間の海岸に面する平野には三国、加賀、富山、越後、庄内、秋田、能代などの平野がありその他、中小の平野が数多く存在している。

これらの平野の平野部から海岸に至る地形を検討してみると、色々と類似点が多い。

例えば、発達した平野、海に接する大きな砂丘の存在、砂丘の内側の潟や湿地、平野勾配、河川形状、地質など、共通的な事項がありこれらについて筆者が調査した事をまとめてみた。

図-1 三国平野

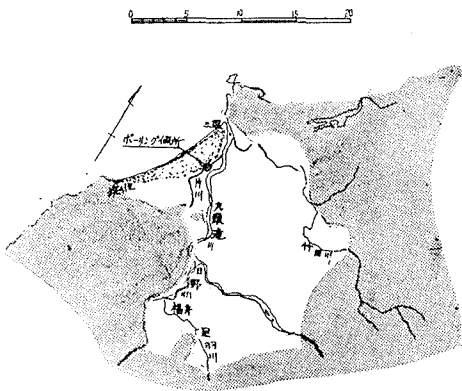
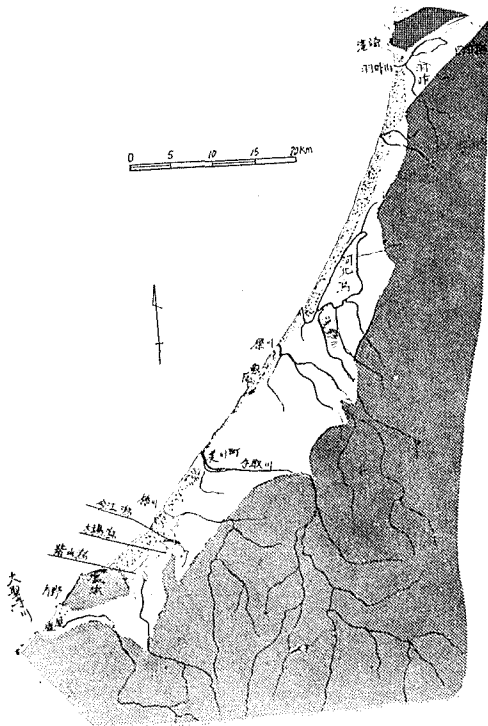


図-2 加賀平野



2. 各平野の概況

図-1 より図-9 に見られるように、各平野には大小の河川が流れ多くの場合海岸に発達した、砂丘がある。河川の名をあげると、三国平野には、九頭竜川が中央を流れ、加賀平野には梓川、手取川、犀川、羽咋川などが

図-3 大聖寺附近平面図

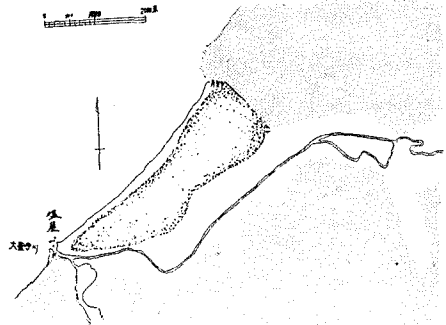
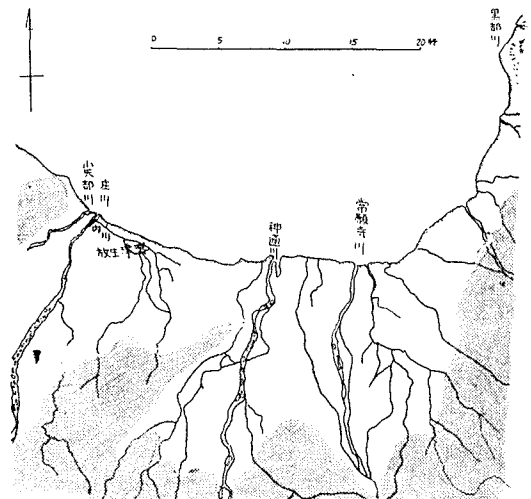


図-4 富山平野



流れ、富山平野には、小矢部、庄、神通、常願寺、黒部などの急流河川が流れている。また越後平野には、日本最長の信濃川、阿賀野川や、加治川、三面川などが流れ、庄内平野には最上川、赤川、日向川が流れており、秋田、能代平野には、雄物、米代の大河と馬場目川などの小川がある。また平野の規模は小さいが敦賀平野には、笙川と井ノ口川が流れ、直江津平野には、関川とその支流の保倉川が流れている。

これらの平野の砂丘線の内側には、潟湖があり加賀平野に

図-5 越後平野

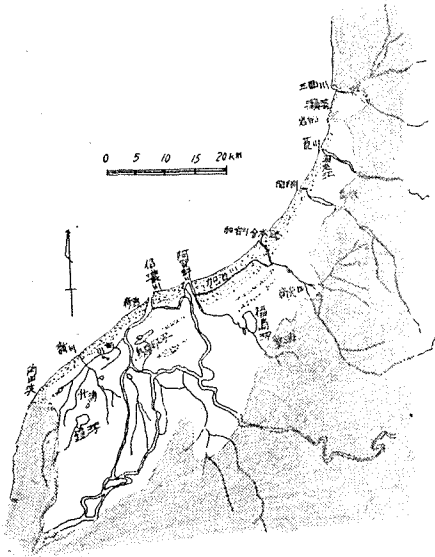


図-6 庄内平野

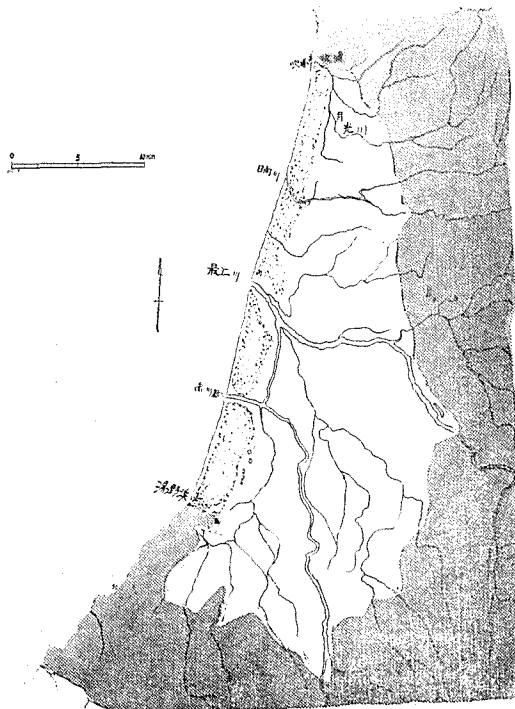


図-7 秋田平野

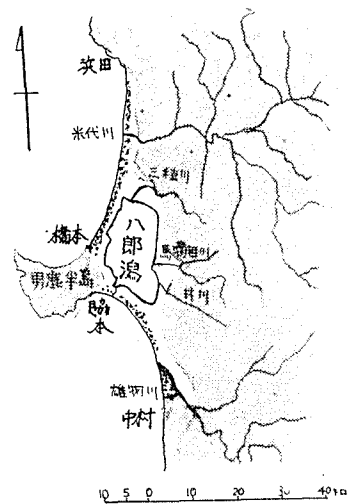


図-8 敦賀平野

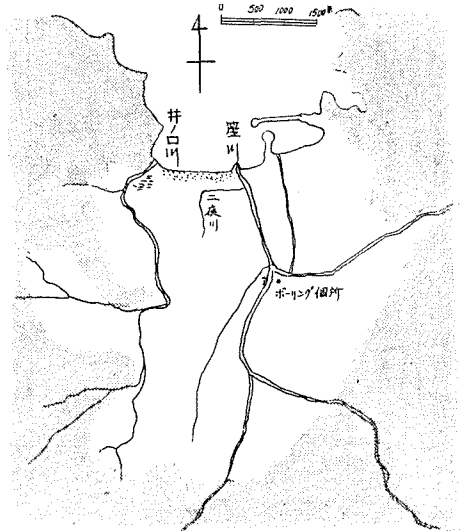
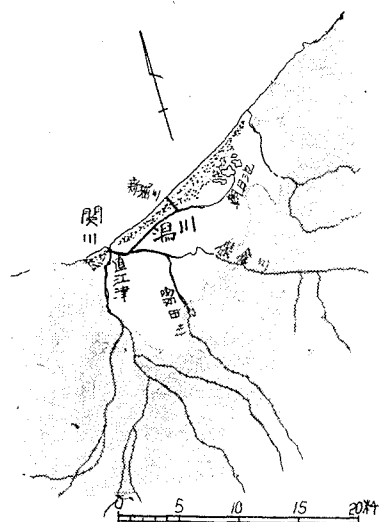


図-9 直江津平野



は、邑知、河北、今江、柴山、木場などの潟があり、富山平野には、放生津潟、越後平野には、福島、鳥屋野、鍬などの潟がある。また秋田平野では男鹿半島に向かい、南北から砂丘がのび八郎潟を抱きかかえている。

3. 平 野 と 河 川

平野を形成する土砂の補給源としては河川流下物や沿岸浸蝕による漂砂や氷河堆石などがあるが、河川に比べればは量的に比較にならぬ位小さく、河川のはたす役割は非常に大きい。

天然の海岸では河川からの流下土砂が海浪の浸蝕と鈎合がとれていると海岸の変動が少なく安定状態にあるが、流下土砂量が大きいと海岸線は前進し、平野は増大し、逆に浸蝕量が大きいと、汀線が後退する。

河川の流下土砂量を支配するものには、河川の流域、勾配、土質、雨量、降雨の強さ、林相などがあり、長年月の間には気象や、地形の変化、地殻変動などによつて、河川自身も変化する。以上のように平野の大きさ、形などは色々な要素があつて複雑であるが、前述の8平野について河川に関する数字を上げてみると表-1 のようになる。

表より概略的に云えることは、河川の流域面積や計画高水量からみて、平野面積が他に比し加賀平野では大きく富山平野では小さい事である。

表-1 主 要 河 川 一 覧 表

平 野 名	平野面積 (km ²)	主要河川	延 長 (km)	流域面積 (km ²)	計画高水量 (m ³ /s)
三 国	270	九頭竜川 浅野川	112	2,567 80	6,000 460
加 賀	450	手取川 犀川		809 243	4,500 390
富 山	340	小矢部川 庄川 神通川 常願寺川 黒部川	146 126	667 1,151 2,776 368 682	1,500 4,500 5,600 2,700 4,200
越 後	1,300	信濃川 阿賀野川 加治川 荒川 三内川 胎内川	369 168 65.1 31.1 49.1 38.1	12,262 8,247 370 1,300 720 150	9,000 6,950 2,000 2,900 700 700
庄 内	420	最上川	217	8,075	7,000
秋 山	640	雄物川	151	4,625	5,570
能 代		米代川	136	4,099	6,000
		馬場川		200	539
		三井川		120 40	211 136
敦 賀	16	筿川	19.4	168	1,100
直 江 津	150	関川	64.8	1,044	2,600

4. 地 質

(1) ボーリング結果

平野部では地質学的には、非常に新しく堆積したものであつて、その中央部では、基底岩盤は一般に非常に深い。堆積土砂は長年月の間少しずつ堆積し、深部では、厚い上層の土の自重によつて、自然に圧密され、次第に固化している。

以下各平野の主として深層の地質について述べる。

(a) 越後平野

新潟県周辺で採取してい

る天然ガスの井戸を掘つた時の地質図より推定した地層図を図-10, 11, 12 に示す。

表層は一般に厚い砂層があり、その下に約 120 m 迄更に厚い粘土層があり、それより下は砂利、砂、粘土、砂混り粘土などの互層が、何層もあり非常に厚い堆積層を示していて、新潟市の山ノ下附近では、地下 1,200 m に

図-10 新潟ガス井位置図

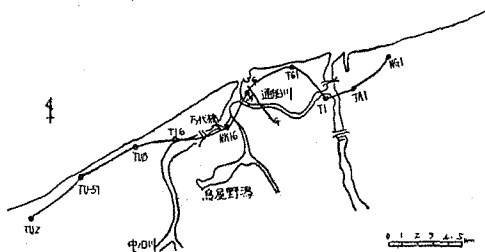
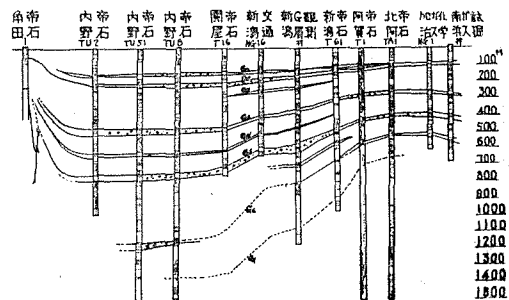


図-11 新潟瓦斯田地層対比図



して、やつと固化しかけた頁岩になる。

図に示されたように、阿賀野川のやや東に背斜軸があり、それより東西に向い傾斜して下つていて、内野町附近が最も深く、西方角田山近くで、急に浅くなっている。また、直角方向では海に向って傾斜している。図中の G 層というのは塩分を持つ地下水のある砂利層でこれよりメタンガスを探っているが、G 層は氷河期の堆積物と云われ最上層の G 層（深さ 120 m～170 m）は最終氷河期の約 2 万年前に出来ており、当時の海面は現在より約 100 m 低かつたと推定されている。

図を見て気がつく事は、砂利、粘土等の層が下程傾斜が大きくなり、浅くなる程緩勾配になつている事である。

(b) 直江津平野

直江津市五智にて水道用に井戸を掘り、また古城の日本ステンレス直江津工場用水として井戸を掘っている。それらの地質図を見ると夫々約 250 m の深さであるが、岩層には達してなく、また層の重なりは粘土、砂、砂利などの複雑な互層をしているが、地下 40 m 附近には、厚さ 30 m の粘土層がある。水源用には、五智で 140 m～170 m の砂利層から、また、古城では 210 m～250 m の砂利層から地下水をとっている。

(c) 庄内平野

最上川の河口付近で数本のボーリングをしているが、30 m～60 m 程度のものであつて何れも岩盤に達していない。酒山沿岸壁予定地のボーリングは深さ 60 m で止めているが、砂、粘土、小砂利等の互層をなしていて表層は比較的砂が多く地面下 20 m よりシルト分の多い地質となつている。この他に吹浦沖約 2 km の海中（水深 10 m）でボーリングをしているが、深度 28 m に至るも岩盤に達せずほとんど礫を含んだ砂質の層となつている。

図-13 富山平野
地盤図

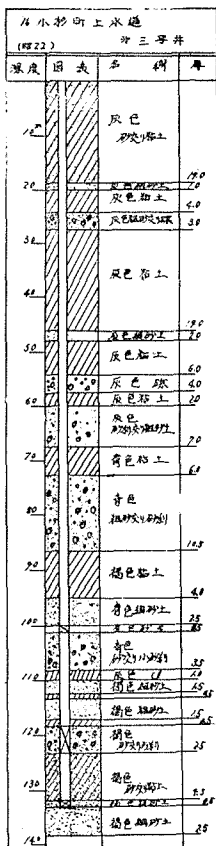
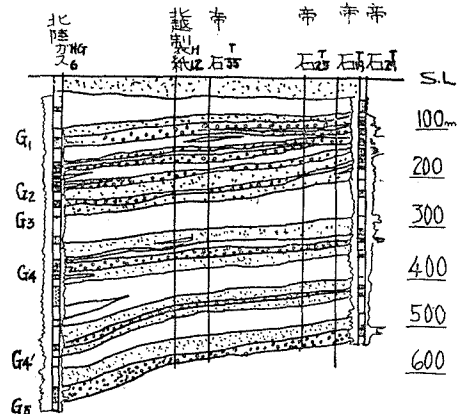


図-12 地層断面図



(d) 敦賀平野

敦賀市東洋紡績工場附近に工業用水調査のためにボーリング 3 本を掘つていて、深さは 60～70 m であるが、何れも岩盤迄は達していない。地層は砂、粘土、玉石混り砂利等の互層をなしていて東洋紡では 20～75 m の比較的浅い砂利層から収水している。

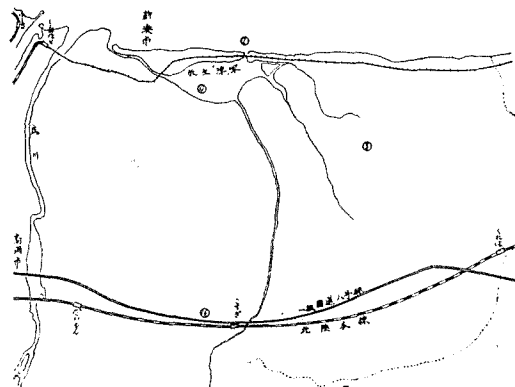
(e) 三国平野

砂丘内側の黒目でボーリングを行つていて、表層は砂であるが、下に粘土層があり 70 m で砂利が出て、80 m で止めているが、他と同様に岩盤に達していない。

(f) 富山平野

庄川と神通川の間の平野部で富山県がまとめた、20 本のボーリングの結果をみると深度は、50～160 m であるが何れも岩盤に達していない。地質は図-13、14 にみられるように粘土、砂、砂利の互層をなしていて表層は砂分が多いが、20 m より厚い粘土層がある。20 本のボーリングの内には上下水道として地下水をとっているのがあり

図-14 射水地域試錐施行ヶ所表示図（附地耐力測定ヶ所）



110 m～170 m の砂利層にある。

(g) 秋田能代平野

八郎潟干拓において排水機場基礎ボーリングを行つていて深度 70 m であるが、岩盤には達していない。表層は砂であるが、その下に厚いシルト質粘土の層がある（図-15、16）。また上崎沖約 2 km 脇本沖約 3 km の海底ボーリングによると 30 m で硬質砂

質粘土となっていてやはり岩盤には達していない。以上の他秋田港防波堤の北方約 2 km 及び南方約 8 km で夫々 60 m と 40 m のボーリングをしているが、何れも岩盤に達していない。

(h) 加賀平野

金沢港金石港地区でボーリングを行っているが、深度 20 m で深層地質を推定するには不十分であるが 20 m 迄は岩盤がでていない。また附近で数本、地下水をとっているが約 100 m の地下から採水しているので、その深さに砂利層があるのであろう。

以上各地質について概括的に云えることは浅層は薄い砂、砂利、砂、粘土等の互層が多いが一般的に砂が多く、その下に50 m～110 m 位にはつきりした、砂利層があるようである。そして基底岩盤は一般に非常に深いと考えられる。

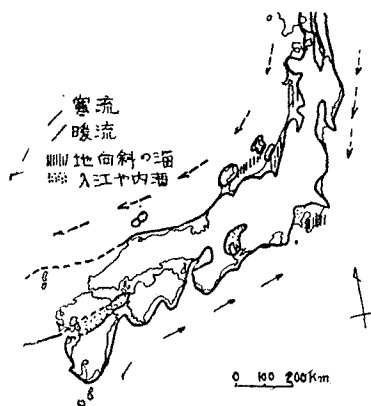
（２）日本列島の古い姿

日本列島が現在のような姿になる迄は複雑な変化生成をしていて、古い大陸と陸続きの時代もあり、また広い海の底になっていた時もあり、また激しい地殻変動を受けた時代もあった。日本海は古第三紀のおわり頃、今から約 3,000 万年前に陥没してできたと推定され、日本列島はその後の変化で約 500 万年前は図一17 のように、また 100 万年前には図一18 のように形が変つていった。能登、佐渡、男鹿等は約 1,500 万年前は島であつたようであり、図に見られるように現在の平野は昔は海であつて約 1,000 万年の土砂堆積でできたようであり、その間土質ボーリング図に示

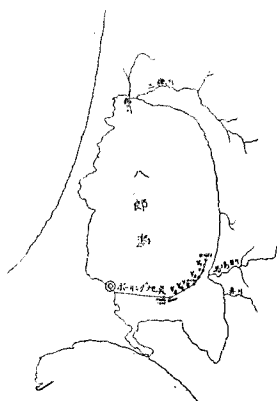
図一17 新生代後期の3（新第三紀鮮新世）約500万年前



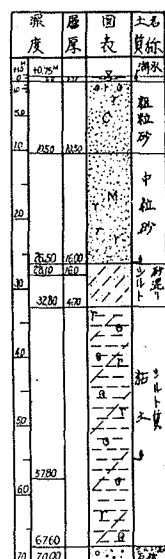
図一18 新生代後期の4 (最新世)
約100万年前



図一15 八郎潟土盤調査位置図



圖一16 八郎瀉地
質柱狀圖



するような色々な変化をしている。日本列島ができてからの大きな変化は、地殻変動、火山活動、数回の氷河時代の海面の変化などであつて地層図にもそれが見られるようである。氷河時代には、日本では土地が相対的に高くなると共に雨が非常に多くて、土地の侵蝕作用がはげしく、砂礫の沈積が多かつた。

5. 海岸砂丘

各平野とも江線背後に砂丘を持っているが、その規模は場所によつて異なっている。

砂丘の成長には風の作用が大きいが、河川から流出した土砂が波や沿岸流によつて汀線に漂着し、それが強風により次第に砂丘の上に押し上げられ重なつて大きな砂丘に発達して行くと考えられる。

(1) 砂丘の規模

各平野につき砂丘の延長、巾、高さ等を上げると表-2 に示すようになる。

表—2 海岸砂丘一覽表

平 野 名	区 間	延 長 (km)	最大巾 (km)	最 高 (m)	備考
三 加	国賀	11	2.1	50	
"	"	20	2.5	30.8	
"	"	44.5	1.8	56.6	
富 越	山 後	4.3	1.6	5.9	
"	"	25	0.2	5	
"	内 代	72	7.0	52.7	
庄 田	能 代	3.2	0.5	30.0	
秋 田	能 代	34	2.9	62.5	
"	"	30	3.0	45.9	
敦 直	賀 津	43	3.7	69.1	
"	"	2	0.15	6	
"	"	17	1.5	40.5	

表に見られるように一般に海岸砂丘がよく発達していて、延長、巾高さとも大規模である。但し富山、敦賀平野のように風の弱く頻度の

小さい所では余り発達してなく、また平野の規模が小さい所では、砂丘の規模も小さい。

(2) 風と砂丘

砂丘の形成には、風力特に強風の風速とその起る回数が大きく作用すると思われるので各地の風の資料の内、強風の頻度を調べてみた。

表—3 新潟西海岸における強風 8.0 m/sec 以上の月別方向統計表

方向 月	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	計
4	2	0.5	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	2.5	5.5	1	3	1	16.5
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	4	0	0	1	7.5
6	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	1	2
7	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	0	2
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	1	0	0	0.5	2
9	0	2.5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	1.5	10
10	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0	0	1	0.5	3.5	2	4	2	4.5
11	1	4	0.5	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	1.5	2	5.5	3	18
12	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	7.5	9	9	8.5	36
1	0.5	0	0	0	0	0	1	0	0.5	0.5	0.5	0	11.5	16.5	14	7	52
2	3	1.5	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0.5	0.5	4	5.5	8	5	29
3	4	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	5.5	7	6	4	27.5
計	14	9.5	2	0	0	1	1.5	0	1	1.5	2	8.5	48	44	49.5	34.5	217

(a) 各地の風の観測

各地の集まつた風の資料をみると観測年月、強風限界、1日観測回数など異なっている。例えば新潟では、32年4月より34年3月迄の2年間の1日4回(3, 9, 15, 21時)の風の記録から8.0 m/sec以上の強風の月別、方向別の回数を求めたものとなつている(表—3)。各地の観測条件と観測値をまとめてみると表—4 のようになる。

表—4 強 風 観 測 値

場 所	1日観測 回 数	強風m/sec 以 上	回数/年	観測年月
新潟	4	8	217	昭32.4~34.3
酒田	8	10	576	"30 ~31
金石	6	5	759	"34
敦賀	24	10	143	"33
秋田	24	10	776	"30.1~12
伏木	24	10	51	"34.1~12

(b) 観測値の修正

表—4 のように観測条件が異なるので、それぞれの値を1月24回、10 m/sec の値に修正した。その方法として、新潟で観測した風速別観測回数(表—5)を利用し、各地とも新潟と同じ風速構成になると仮定した。その結果表—6 のようになる。

表—5 風 速 別 観 測 回 数 (昭和33, 新潟)

風速m/sec	0~3.3	3.3~5.5	5.5~8.0	8.0~10.7	10.7~17.1	17.1~	計
回 数	843	224	144	104	88	9	1,412

(c) 風と砂丘規模

表—6 にみられるように観測条件を24回/日、強風限界10 m/secとして、修正した値の内海風の方向の回数を拾い出した。この値は観測所の周囲の状況、修正方法、観測年の差などいろいろ厳密を欠くが、表—6 と表—2 と比較してみ、大略海岸砂丘の規模が風に支配されると云える。

表—6 強 風 修 正 値

場 所	観測回数	24回/日、10m/sec の 修 正 値	海 面 方 位	修正値中の 海面方向回数
新潟	217	624	ENE~WSW	604
酒田	576	1,728	NNE~SSW	1,605
金石	759	850	NNE~SSW	552
敦賀	143	143	E ~W	70
秋田	776	776	N ~S	657
伏木	51	51	ESE ~WNW	40

汀線の砂が風で移動し吹き上げられるには、砂の粒径、風が吹く時の湿潤状態、樹木などの障害物の有無などが大いに関係するが、巨視的にみた場合強風の頻度が大きく作用すると云える。

(3) 砂丘と河川

河川が海に流入している下流では、河川と砂丘の平面的配置に幾つかのタイプがあり、各河川はその何れかに属する。

大別すると

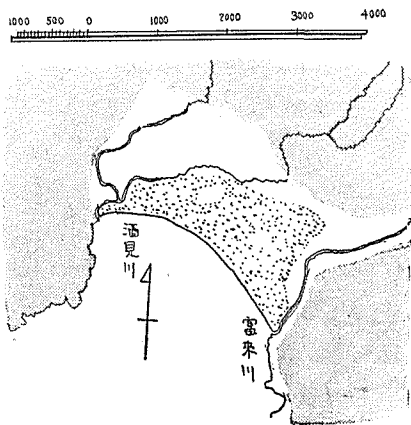
(a) 河川が砂丘の中を突つ切っている場合

例えば神通川のように山すそを出た河川は平野の中を殆んど直線的に進み、そのまま砂丘を横切り海に入る。この例に入るのが、手取川、犀川、小矢部川、庄川、神通川、常願寺川、黒部川、阿賀野川、荒川、最上川、米代川、笙川等である。これらは多くの場合河川勾配が急であり、また後述するように富山湾の海の深いことも原因であると考えられる。

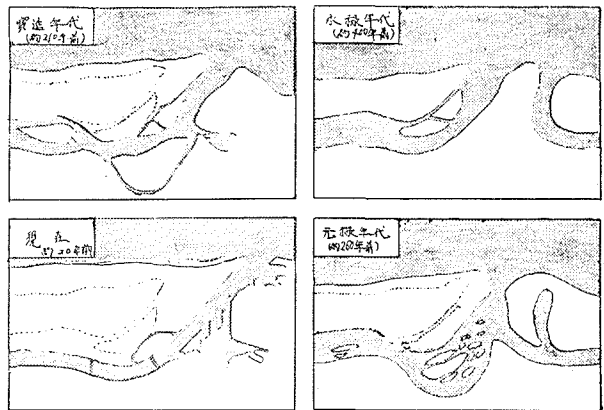
(b) 河川が砂丘の端から出ている場合

砂丘の片側の端が岩質の拠点に取つく所から河川が流出している場合であつて、九頭竜川、井ノ口川、三面川等がある。この例は小さな砂丘、小さな河川には割合多く、詳しく調べると、庄内平野北端の吹浦川、新潟県の岩船川、石川県の富来川、酒見川、大聖寺川等もこの例に入る（図—1、3、5、6、8、19）。

図—19 富来附近平面図



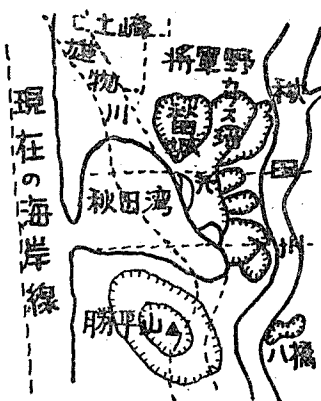
図—20 信濃川及び日本海沿岸地形変遷略図



(c) 河川が砂丘の端近くから出ている場合

信濃川、羽咋川、雄物川、関川本流等であつて、河口は砂丘の端より僅か離れた所から海に入っている。信濃川や、雄物川では、古図や古文書によると、河口はたびたび変動している。信濃川では、図—20に見られるように約400年前と比べると現在の河口は甚しく東へよつていて約2,000mも動き年平均5mという値となるが、最近、新信濃川工事や河口導流堤工事などにより、維持されている。また、雄物川河口も古図によると何度も変動してきて昔は、男鹿半島が島で、八郎潟が入江であつた頃にその入江に流入していた。そして、或時代には、雄物

図—21 秋田附近古図



川と能代川と合流して、流れていたこともあったと云われ、その頃の河跡が今の外旭川、飯島等であり、五城目、飯山川、大久保等は古い海岸線であつた。

図—21及び図—22に示す古図は雄物川の変化を示すものであつて、現在と大分趣を異にしているが、天長地震（西暦830年）や、大洪水によつてしばしば流路が変つたようである。その後砂の堆積砂丘の発達により現在のような形になつたものである。八郎潟は大同2年（西暦807年）に出来たといわれており、八郎潟を抱き男鹿半島からのびている海岸は、トンボロであつて米代川と雄物川の流下土砂からなっている。

(d) 河川が砂丘の内側にそうて流れる場合

河川が流末近くで砂丘の内側を砂丘と平行に流れる場合であつて、河川本流の場合もあるが、多くの場合支流が、そのような流れ方をしている。

また、一度潟に流入して、大分離れた所から砂丘をぬけ海に流れている場合もある。これらの例として笙川支流の二夜川、九頭竜川支流の片川、錦川、大型寺川、加治川本流、赤川、吹浦川支流の月光川、保倉川支流の潟

川、信濃川支流の西川などがある (図—1, 2, 4, 5, 6, 8, 9)。

(a) で上げた阿賀野川は昔砂丘の内側に沿い流れ洪水の度に流路が変わり、西暦 1633 年には、信濃川に合流していた (図—20, 25)。

それが西暦 1731 年融雪期に新川が出来、その後現状のように落着き河状維持の為に人工を施している。従つて本来なら (d) に属するとも言えよう。また赤川も昔は砂丘の内側に沿い最上川川口近くで合流していたのを、人工的に開いたものである (図—6)。

加治川は現在は砂丘の内側に沿い南下し阿賀野川に合流している本流と、砂丘をつきぬけて、流れている分水とあるが、分水は人工的に新しい川を造つたものである (図—5)。

同様な人工的に開発した例はまだ外にもあり、雄物川放水路、新潟県信濃川支流の新川、新潟川保倉川支流の新堀川等がそうでありその河口は、人工的の護岸導流堤等により維持に努めている。

つまり逆にいえば人工的の工事を施さねば河川が砂丘をつつきり流れる事は一般には、困難であつて、自然の形としては (b), (c) 又は (d) の形をとるのが普通であろう。

(e) 河川が砂丘より離れてある場合

補給源である河川が平野の端にあるか、または平野より離れていて波又は海流により、砂が運ばれ、別の所に砂丘が発達したと考えられる場合であつてこの例に属するのが、佐渡の加茂湖附近である。図—33 にみられるように梅津川が両津湾に流入しているが、下流部で三角洲を形成していて、湾内に凸形に広がっている。この河口附近より河崎に至る海岸の汀線を調べると、汀線の粒径は、河口に近い程大きく、河口では栗石が多いが東に進むにつれ、細粒となつていて河崎ではバラスは殆んど見あたらない。その理由は、日本海の冬の風は北西又は北東の間が多いが、北西による波も佐渡の北西端弾崎をすぎれば波の方向を変じ南下するようになり梅津附近では、南向きの波が非常に多い事によると考えられる。

梅津川からの流下土が、岸に沿ひのびて洲となり、湾入していた海を閉ぢこめ、加茂湖ができたものであろう。これは後述の地質調査からも推定できることである。

(4) 砂丘と平野勾配

各平野を流れている河川の方向で、各河口より +10 m 迄の直線距離を求めてみると表—7 のようになる。

表—7 平 野 勾 配

(各河口より +10m 迄の直線距離)

川 名	距 離	川 名	距 離
米代川	11 km	神通川	7 km
雄物川	17	庄屋川	9.5
最上川	11.5	手取川	5
赤川	16	九頭竜川	3
阿賀野川	22	笹川	15
信濃川	40		2.7
関川	5.5		

この平野勾配は直線距離であつて河川は、蛇行するので河川勾配とは異なるが、表より気付く事は大河では、12km 以下のものが殆んど 5—(3)—で分類した (a) に属することである。12km 以上では (b) 又は (c), (d) に属している。小さい川では流域が小さく流量も少ないのでこのような値とはならないだろう。

ところで犀川、手取川は数字が小さく平野勾配が急であるが特に手取川は現在山麓を出てから殆んど直角に河道が変つ

ているが、山麓附近は扇状地を形成しているので恐らく過去において、たびたび河道が変り荒れた河であつたのであろう。加賀平野の砂丘の内川口の美川から倉部附近迄の間が極めて薄くまた殆んどない所もあるのは手取川の流路変転のためであると考えられる (図—2)。

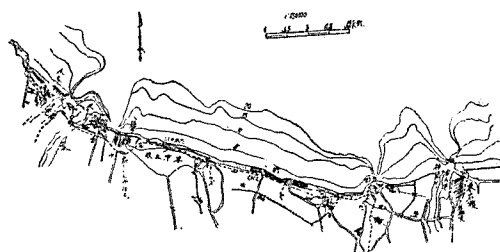
(5) 砂丘と海の深さ

日本海は、2,000 m 以上の深さがあるが岸近くの深さは場所によつて非常に異なる。試みに水深 100 m 及び 200 m の深さの岸からの、距離を示すと表—8 のようになる。

図—22 出物十二郡詰めたるの図



図—23 富山伏木海岸深淺図



表より見られるように北の方では、
—100 m 迄は割合 ゆるい 勾配である
が、—200 m より先は急に深くなつて
いる。

これに比べると石川県、福井県では
やや海底が急である。一方富山湾では、

図—23 にも示すように外海の深淵が入り込み —1,000 m の水深は岸より約 20 km という近距離にありまた、小矢部川、庄川、神通川などの川口には俗称「あいがめ」という海溝がある。

この海の深い為に富山湾では、風や波が他区より小さいのかかわらず、各河川の流下土砂が海の深部に落ち込み、平野の発達が遅いし、また、湾の東部よりの漂砂があつても、砂の附着が少なく風の弱い事と相まつて砂丘が発達しないのであろう。

6. 潟、湖、及湿地

前述のように平野部では汀線の脊後には、普通砂丘があるが、そのすぐ内陸側に多くの場合潟又は、昔の潟の跡と思われる湿地が存在する。

この潟には、単一又は数個の大きな潟のある場合と小さな潟の群のある場合及び大小の混在する場合がある。また潟が既に消失し陸化して、湿地がその名残りを示している場合がある。

潟についてまとめてみると表—9 のようになる。

表—9 潟 一 覧 表

平野名	潟名	小潟湖	湿地
三 国	柴山潟、今江潟、木場潟、河北潟	無	僅有
敦 賀	邑知潟	〃	〃
富 山	放生津潟、足洗潟	無有	有無有
直 江	鶴池、朝日池、犀が池	〃	〃
越 後	福島潟、鳥屋野潟、鍬潟、佐渡	〃	〃
庄 内	八郎潟、浅内沼	〃	〃
秋 田			
能 代			

(1) 潟の水深

砂丘背後の潟は一般に水深は浅く、しかも流入河川により年々浅くなる傾向にある。試みに水深を調べると稍不正確なものもあるが、表—10 に示すようになる。

(2) 潟の痕跡

表—9 に見られるように大部分の平野に大きな潟がありそこでは小さな潟、湖

や湿地を持つ事が多い。ところで大きな潟のない三国、敦賀、庄内の各平野では、小潟湖少なくまた、湿地も割合少ない。

三国平野では井ノ口川の礪川附近が湿地であり、庄内平野では遊佐町、西谷地や藤崎附近に僅かに湿地が残っている。これらの地形上の事や、地質的類似性等から見て、現在潟湖のない所でも現在、潟湖のある所と同様な発達過程をしたものと推定されるが、発達の時期とその速度に差があるので現況の差が出たのであろう。

また天然に行われる潟の陸地化の外に人工的に排水干拓等の工事により農地化した事の理由もあるだろう。現に柴山潟、河北潟、邑知潟、福島潟、鍬潟、鳥屋野潟、八郎潟等が干拓中であり又乾田化されつつある。郷土史によると鳥屋野潟、鍬潟は周辺の砂丘の砂をとり埋めたとでている。

地図により地名を調べると各平野の現在完全に陸地化した所に海や潟に縁のある地名が極めて多い。それらの中から数例を上げてみると

(a) 三国平野：舟津、波寄、中浜、芦原、池ノ口

(b) 加賀平野：舟津、潮津、大浦、磯部、舟橋、福島

(c) 富山平野：沖、久々江、八島、草島

(d) 直江津平野：舟津、片津、潟田、浮島、野島

(e) 越後平野：新津、小古津、長浦、島潟、蓮潟、砂山、砂島、大船渡、野田新田、浦新田

(f) 庄内平野：菱津、竹浦、長沼、藤島、広野新田

(g) 秋田能代平野：面潟、浜、沼田、中島、芝野新田

(h) 敦賀平野：長沢、津内

表—10 潟 水 深 表

潟名	水深	潟名	水深
柴山潟	2.8m	朝日池	1.3m
今江潟	1.9	加茂湖	5.0
木場潟	1.0	福島潟	2.0
河北潟	2.1	鳥屋野	1.7
邑知潟	1.6	鍬	2.0
放生津	1.4	佐	1.0
		八郎	4.5

(3) 古図に見られる潟の変化

(a) 越後平野の形成

寛治3年(西暦1089年)の新潟附近の古地図によると今から約900年前には、海が水原、新津、三条附近まで湾入していたようであり西南岸は弥彦山塊が半島として突出し、その先に現在の新潟附近から砂嘴が発達していたようである(図-24)。

現在の陸地になっている沼垂や松ヶ浜の語源と思われる米足、松浜が当時砂の島であつたと推定され、恐らくこれらの砂の島が次第につながり終りに長い砂洲に発達し、内に海を抱くようになったのであろう。その後内海に沈澱物の堆積と平行して砂洲が更に発達し遂に内海は潟となり次第に陸化したのであろう。

図-25 及び 図-26 によると今から310年前には鳥屋野潟、福島潟は現在よりはるかに大きく、また、160年前には、大潟、田潟、鑑潟は現在の数倍であつたのであるが、その後の陸化及び人工により現在の姿のように潟は縮小してしまっている。

(b) 富山平野

「射水通覧」にのっている古図によると(図-27)、今から約80年前には、小矢部川と、庄川は河口附近で合流して、放生津潟は現状より稍大きく、また足洗潟は、現在は陸にとじこめられ完全な潟であるが、当時は海が湾入していたようである。恐らく放生津潟は川の流入土で浅く狭くなり、足洗潟は潟が漂砂によつてとじこめられ、潟となつたのであろう。

(4) 潟の地質

現在の潟は一般的に水深が非常に浅いが、その地質はほとんどの場合軟弱質のシルト粘土の厚い層があり、砂層は浅い所には少ない。

(a) 八郎潟

農林省で調査した所によると、周辺は砂質であるが、中央部と東南部は深さ、20~40mにおよぶ軟弱な粘土層が堆積している。コーンペネトロメーター使用の貫入抵抗値によつて、地質を分類して表わしているが図-15, 28, 29 に見られるように、潟の中央部では、厚い

図-24 往昔越後之国図



図-25 正保四年(西1647)十月新発田藩絵図

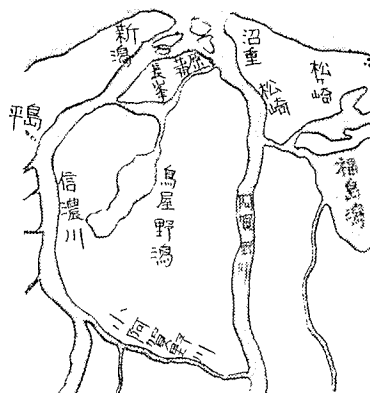


図-26 三湊附近地勢及び掘割計画図

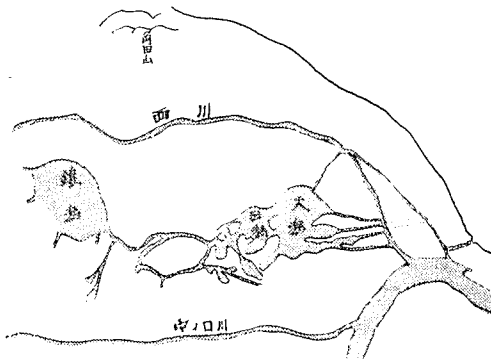


図-27 越中国射水郡全図(明治十四年五月十日)

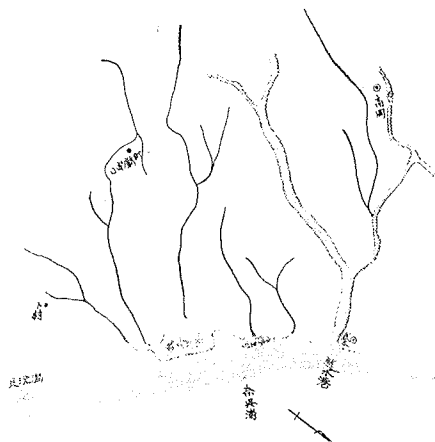
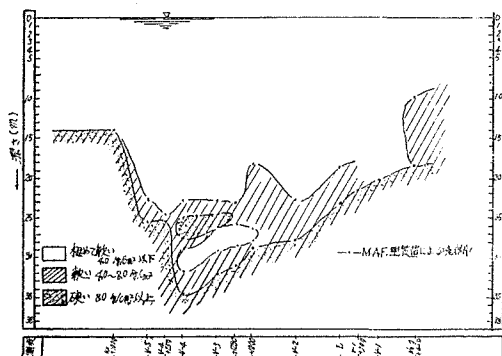


図-28 貫入抵抗値による湖底土質断面図



軟弱土があり、硬砂は約 30 m~35 m という深さである。

(b) 河北潟

河北潟においても農林省が、行った調査によると、同様に表層に厚い軟弱層がある。図一30, 31 に見られるように中央部では、深さ 30 m 迄軟く潟の北部では、15~20 m の深さでやつと硬い層が出る。

(c) 放生津潟

図一14, 32 にみられるように海中の No. 12 では、砂利交り砂が浅層にあるが潟の No. 10 では粒径が小

さくなり薄い粘土の下に細砂があり潟に近い陸地では、-8 m 迄と更に -20 m 附近に粘土層がある。

(d) 加茂湖

佐渡の加茂湖でボーリングを行った結果によると、図一33, 34 にみられるように No. 1 点では、湖底より約 11 m 厚の沈泥がありその下は、薄い砂層をはさみ、また、沈泥層となつているが、岸に近い No. 2 では、砂質が増えまた小石礫がまじっている。外海の No. 3 では表層は、粗砂と砂礫層となつている。

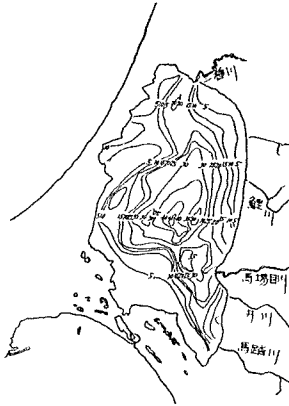
(e) 鳥屋野潟附近

農林省が行った浅層の地質調査によると図一35, 図一36 に見られるように、表層には軟い粘土層があるがその下は汀線に直角方向では固い砂層が海に近い程浅く出ている。

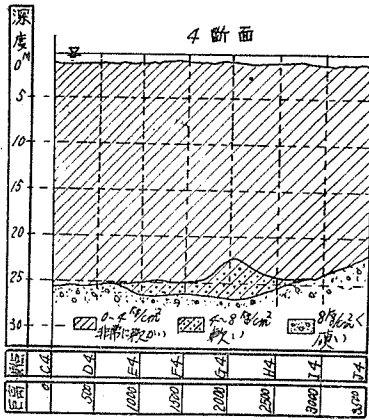
(f) 新潟附近浅層ボーリング

信濃川河口附近及汀線附近で第一港湾建設局及新潟県が行ったボーリング資料によると、浅層はほとんど砂層であり、-4 m から、

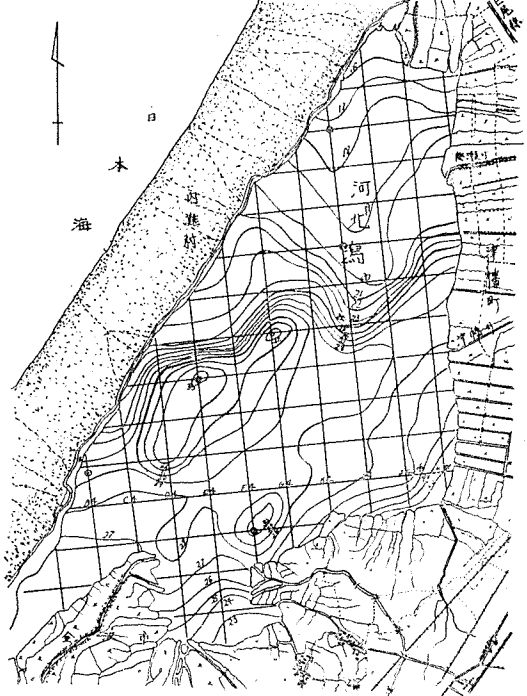
図一29 貫入抵抗値による soft 層の等深図



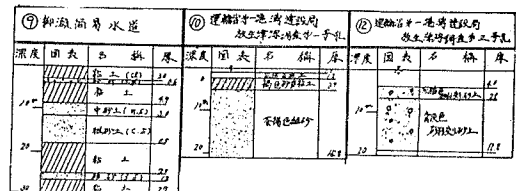
図一31 コーンペネトロによる貫入抵抗値曲線断面図 (河北潟)



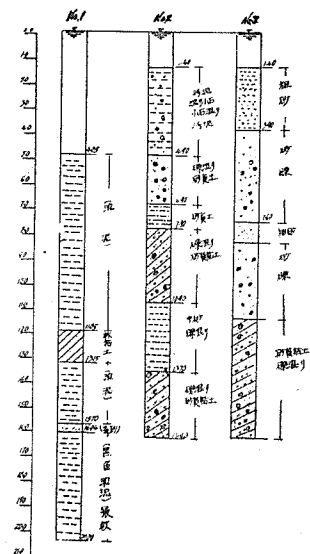
図一30 河北潟土質調査貫入抵抗最大値 (8.1 kg/cm²) の等高曲線図 (◎印はボーリング地点)



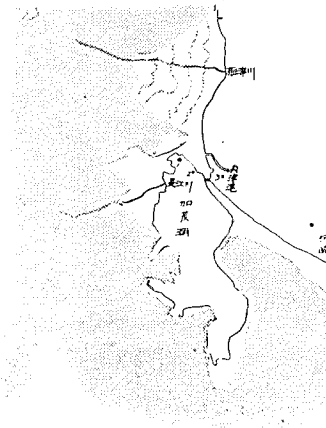
図一32 放生津附近地盤図



図一34 加茂湖地盤図



図一33 加茂湖附近図



15m 位の間に薄いシルト層を持つものほとんどシルト質のない所とある。また、-40m より厚いシルト層があるが、ガス井ボーリングからみても、砂丘の根は-40m 附近と考えられる。

(g) 地質からの推定

以上の地質から大略的に云えることは、潟の底は軟弱質のものが厚く存在するが汀線方向即ち砂丘に近づくにつれ薄くなり砂質が多くなる。このように粒径の荒い砂質が汀線にあり、内陸の潟はシルト質であるという事は、砂丘線の方が内陸より早く陸化した事を示すと考えられる。

7. 汀 線

平野の前縁と海に接する所である汀線の平面形は、一般に単純なカーブを画いているが、周辺の地形や自然の力の作用に相応した大体類似的な形を持っているようである。

図-35 サウンディング・ハンドオーガーボーリング予定地点位置図

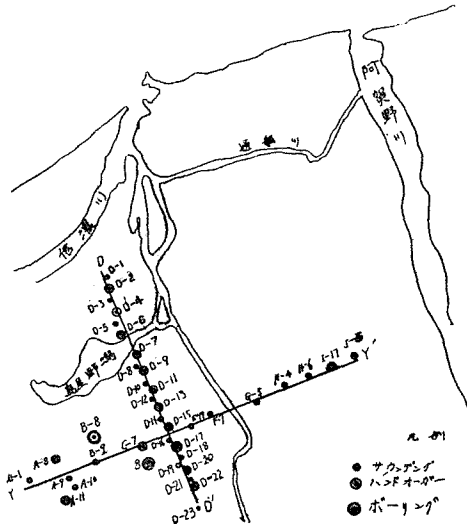
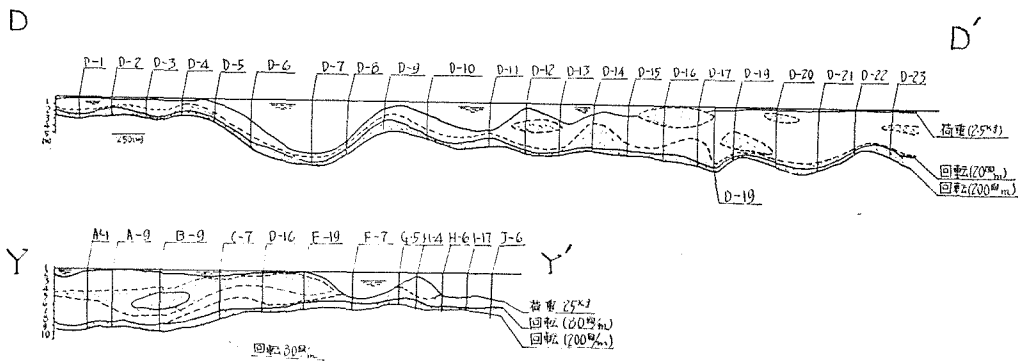


図-36 地層縦横断面図



汀線が前進する為には、土砂の補給力が海の分散力より大であれば起るのであるが、その程度に応じて凸形のデルタから凹形の円弧形迄色々の段階の形が出来る。

土砂の補給力は主として、河川の流下土砂量であり海の分散運搬力は風、波、潮流、海流による力であるが、間接的に、河の性状、流域、地質、雨量、海底勾配、海岸地形等が影響する。

(1) 汀線の平面形

平野全般の平面形を見ると敦賀、富山平野は凹形であり、三国、大聖寺、新潟、秋田はやや凹形、加賀、直江津平野は殆んど直線的であり庄内平野はやや凸形である。しかし局部的にみるとそれらの内でも凸凹があり、例えば神通川、黒部川川口はデルタを形成しており、信濃、阿賀野川川口は凸形の汀線をしている。

これらの平野汀線の内凹形の敦賀、富山は、その前面の湾が陥没性の湾であり、水深が大であつて、それだけ平野の発達速度が小さいと考えられる。地形的には、湾入していて、風力、波力ともに小さいので流下土の運搬分散が小さいので凸形の条件をもっているが、前述のように海の深い事の影響の方が大きい為に、平野が発達し難いと考えられる。

(2) 汀線の前進

新潟の砂丘をみて気付く事は、新潟から北ではその幅が北へ行く程狭くなる事である。場所毎の幅は表-11 に示すようになるが、阿賀野川と岩船間、半月形の砂丘であつて、阿賀野川附近が一番幅が大きい。

また、新潟市西方では、汀線とほぼ平行に断続的な細長い砂丘が所々にあり、初期の砂丘線の位置を示すのではないと思われる。越後平野から流出している河川の内、信濃川、阿賀野川は、他とは大きさが非常に違うので、新潟岩船間の砂丘の発達には信濃、阿賀野川の影響が大きいと見られ、両河の川口汀線の凸形からみて、両川を初め他の小川の流出物が分散累積して次第に汀線は前進し、砂丘の厚みを増していつたと考えられる。

表-11 新潟砂丘の幅

阿賀野川からの距離 (km)	砂丘幅 (km)
1	4.0
5	7.0
10	5
15	3.5
20	2.6
25	2.0
30	1.5
35	1.2

平野	主要河川
能代	米代川
秋田	雄物川
庄内	最上川
越後	信濃川
	阿賀野川
直江津	関川
加賀	手取川
"	大聖寺川
三国	九頭竜川

新潟から西方では、砂丘幅は北方に比べ狭いが、流出土の分散される割合が、西方が少ないからでないだろうか。

また、図-20 に見られるように約 400 年前に比べ信濃川河口では約 600m 前進しており年平均 1.5m の前進となっている。

(3) 汀線の不对称

前項(2)に述べたように越後平野では、主要河川である信濃、阿賀野川に対し、汀線が北方に長く、砂丘もよく発達しているが、このような例は他にも多い。

これらをまとめてみると

状 況

北 15 km 南 28 km	トンボロ 砂丘は幅、高さとも南が大
北 20 km 南 9 km	トンボロ 砂丘規模北が大 河口北へ移動
北 17 km 南 17 km	砂丘幅南がやや大、他は同等 河口北へ移動
北 41 km 南 31 km	
	砂丘幅北が大、高さは南が大 河口北へ移動
北 15 km 南 2 km	
北 55 km 南 20 km	砂丘規模北が大
北 4.3 km	
南 11 km	

以上をみると米代川、雄物川の両辺はトンボロ現象であるので除くとして、他は一般に北にのびている事が多い。信濃川、阿賀野川、関川、手取川、大聖寺川がそうであり僅かに九頭竜川が、南にのびていて、最上川は南北にほぼ同等である。又一般に河口は北におかれて、移動している例が多い。

(4) 砂丘端の形

平野の端であり砂丘の端であるところは、緩やかに岩山に取付いている場合と、えぐられたように、砂丘と岩山がはつきりしている場合とある。後者のえぐられたようになっている例としては図-37 のように庄内平野の北端の吹浦、加賀平野の北端、羽咋、富来、大聖寺砂丘の北端、三国平野の三国などがある。

砂丘の両端が共にえぐられた形にあることは、割合少ないのは(3)にのべた汀線の不对称のせいであろう。

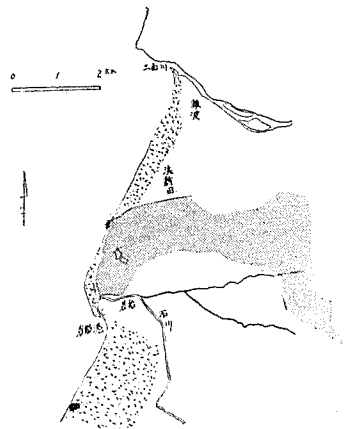
(5) 汀線の形と波

前にのべたように汀線の形を決める主要原動力である波について考えてみると波向、Steepness などによつては、その分散運搬力も異なる。波高や Steepness が大きいと運搬力が大きくなるが、Steepness が小さいと逆に堆積力を起こす。また、大体波の向に分散運搬が行われ易い。ところで波の諸要素について、各地で観測しているが、長期のしかも正確な各種観測値が少なく波と汀線の形との関連を求めることは今のところ困難である。風によつて引き起される波は地形その他により必ずしも、風向と波向は一致しないが大体の方向は似ている。したがって試みに強風方向の内、海面方向の風を拾い出すと表-12 のようになる。

表-12 主要風向表 (但し強風、海面方向)

場 所	最多風向	次多風向	三多風向	備考 江線直角方向
新潟	W	NW	WNW	NNW
酒田	NW	NNW	WNW	WNW
田	SW	SSW	W	WNW
金	NNW	N	NW	N
沢	W	SW	WNW	W
秋	NNE	NE	N	NNE
田				
木				

図-37 岩船港位置図



この表のように汀線の方角と風向とは、必ずしも一致せず、また、波向とも一致せぬ場合が多い。この現象は、補給されたものを分散する途中の段階にあるためとも考えられるが、波とは別な海流の要素もあるのでないかと考えている。日本海の海岸沖合を海流が北上しているが、酒田港の 30 km 沖で NNE 方向に約 0.7 ノット程度、佐渡海峡の新潟港沖では、NNE 方向に約 1 ノット

の海流が動いている。7—(3) にのべた汀線の不対称も海流の影響があるためでなかろうか。

参 考 文 献

- 1) 湊正雄監修：地質構造とその調査，日本列島のおいたち。
- 2) 多田文男：地殻運動による地盤沈下速度(第一港湾建設局)新潟の地盤沈下。
- 3) 第一港湾建設局：秋田沖土質試験報告書，昭35.2.
- 4) 第一港湾建設局：秋田港港湾事業調査成果報告書，1955.
- 5) 第一港湾建設局：伏木港港湾事業調査成果報告書，1959.
- 6) 手島渚，黒沢孝蔵，長井与二雄，後藤専之助：コーンペネトロメーターの使用例，土と基礎，Vol. 4, No. 6.
- 7) 吉田稔，清水孝純，今井外志夫：河北潟の土質調査について，土と基礎，Vol. 5, No. 5.
- 8) 高岡市史編纂委員長：高府安政録射水通覧。
- 9) 佐藤寛三，荒田哲弥：新潟における地盤沈下について。
- 10) 新潟県土木部：新潟海岸の欠潰について，昭35.3.
- 11) 新潟県：旧信濃川関屋分水調査報告書。
- 12) 新潟県：直江津港調査報告書。
- 13) 富山県：射水地域既存試錐資料録，昭34.7.