

17 URBAN KUBOTA

アーバンクボタ・JULY 1979・株式会社クボタ

●特集＝信濃川と新潟平野

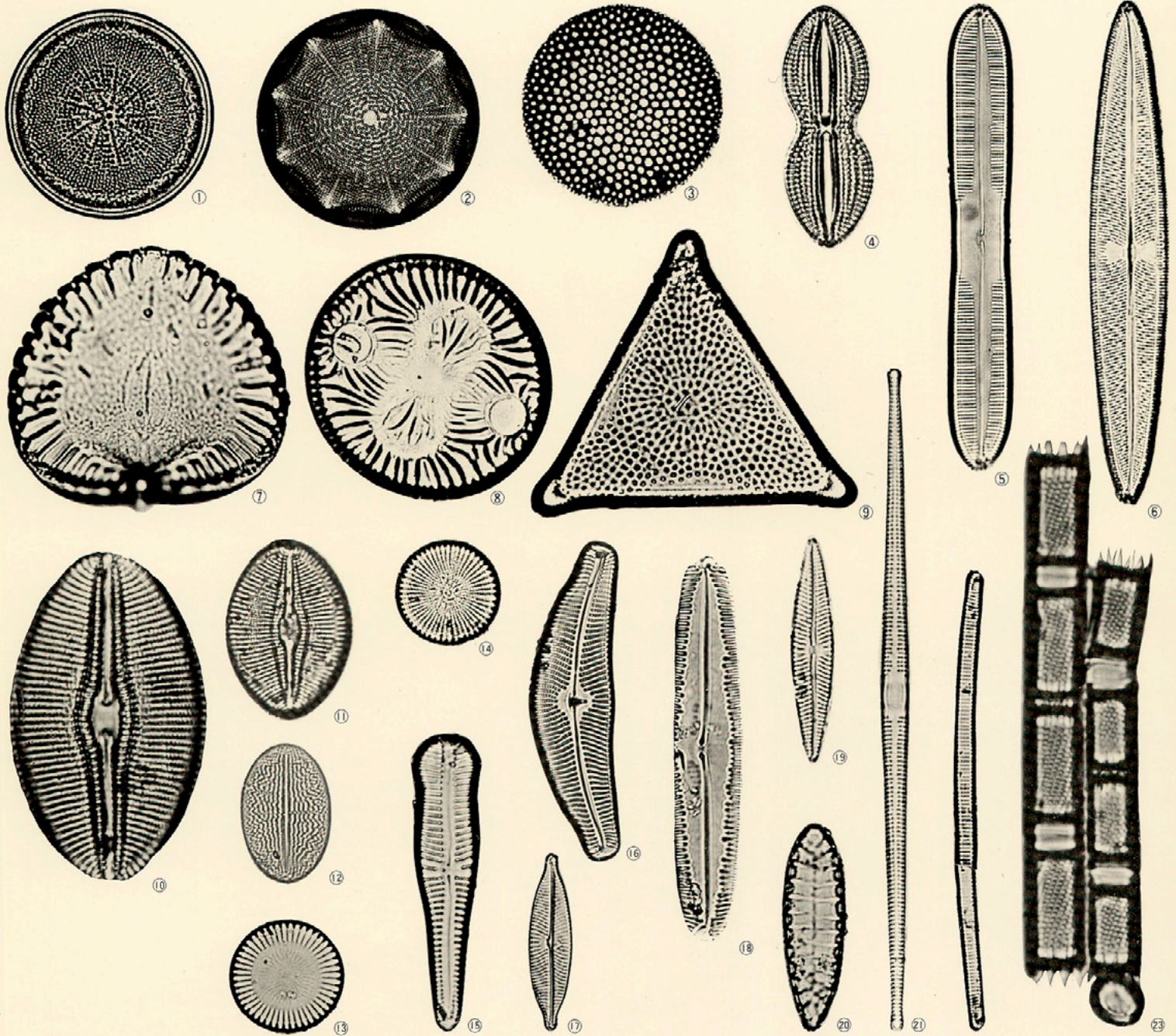


表紙カラー写真上=新潟上空からみた新潟平野。画面左下の川が信濃川下流本川。分派して右に流れ日本海にそそいでいるのが関屋分水路。海岸線にそって砂丘がのび、その果てに角田山(右)と弥彦山(左)が並ぶ。

表紙カラー写真下=中之島上空からみた冬の新潟平野。画面右下の分流地点から右に流れるのが信濃川。左上方に湾曲して流れ日本海にそそいでいるのが大河津分水路。画面中央にそびえるのが弥彦山。右上方には角田山がかすかにみえる。

表紙カラー写真提供=建設省北陸地方建設局信濃川下流工事事務所

いろいろの珪藻 (本文 10-11P 参照)



- ① *Actinocyclus ehrenbergii* RALFS var. *tenella* (BREBISSON) HUSTEDT. <海> ×680
- ② *Aulacodiscus affinis* GRUNOW. <海> ×560
- ③ *Coscinodiscus radiatus* EHRENBERG. <海> ×1000
- ④ *Diploneis bombus* (EHRENBERG) CLEVE. <海> ×690
- ⑤ *Pinnularia quadratarea* (A. SCHMIDT.) CLEVE. <海> ×690
- ⑥ *Trachyneis aspera* (EHRENBERG) CLEVE. <海> ×690
- ⑦ *Campilodiscus hiernicus* EHRENBERG. <海> ×810
- ⑧ *Aulisca sculptus* (W. SMITH) RALFS. <海> ×690
- ⑨ *Triceratium tessellatum* GREVILLE. <海> ×650
- ⑩ *Diploneis simithii* (BRÉBISSON) CLEVE. <汽> ×850
- ⑪ *Diploneis ovalis* (HILSE) CLEVE. <淡> ×1000
- ⑫ *Cocconeis placentula* (EHRENBERG) GRUNOW. <淡> ×1000

- ⑬ *Cyclotella meneghiniana* KÜTZING. <淡> ×1000
 - ⑭ *Stephanodiscus astraea* (EHRENBERG) GRUNOW. <淡> ×1000
 - ⑮ *Gomphonema constrictum* EHRENBERG. <淡> ×1000
 - ⑯ *Cymbella tumida* (BRÉBISSON) V. HEURCK. <淡> ×1000
 - ⑰ *Navicula viridula* KÜTZING. <淡> ×1000
 - ⑱ *Pinnularia gibba* EHRENBERG. <淡> ×1000
 - ⑲ *Navicula cryptocephala* KÜTZING. <淡・新潟産> ×1000
 - ⑳ *Surirella ovata* KÜTZING. <淡> ×1000
 - ㉑ *Synedra pulchella* KÜTZING. <淡> ×1000
 - ㉒ *Eunotia lunaris* (EHRENBERG) GRUNOW. <淡・新潟産> ×1000
 - ㉓ *Melosira italica* (EHRENBERG) KÜTZING. <淡> ×1000
- <海> = 海水生種 <汽> = 汽水生種 <淡> = 淡水生種

Kubota

URBAN KUBOTA

アーバンクボタNo.17 JULY 1979 株式会社クボタ

目次

特集 = 信濃川と新潟平野

| | |
|--------------------------|----|
| 1. 新潟平野をめぐる地形と地質 | |
| 基盤 茅原一也 | 2 |
| 山地と丘陵をめぐる地形 高野武男 | 6 |
| 信濃川の河岸段丘 新潟平野団体研究グループ | 8 |
| 平野の地下 新潟珪藻グループ | 10 |
| 砂丘と平野 新潟古砂丘グループ | 12 |
| 2. 信濃川・阿賀野川流域の先史文化 小林達雄 | 16 |
| 3. 座談会・新潟平野の形成とその災害をめくって | 22 |
| 新潟平野の地形的特徴とその形成過程 | |
| 歌代勤・高野武男・長谷川正・長谷川康雄 | |
| 地震とその災害 茅原一也 | |
| 新潟平野の地盤沈下 青木滋 | |
| 新潟堆積盆地 その背景と発達史 藤田至則 | |
| 4. 信濃川治水の歴史 大熊孝 | 44 |



上 = 明治38年に描かれた白根郷北部。当時の新潟平野には、いたるところに図のような芦沼がひろがっていた。(白根郷普通水利組合発行《白根郷治水史》扉絵より。昭和20年刊)

中 = 明治29年、信濃川・阿賀野川の大洪水により新潟平野全域が大被害を被った。当時、大河津分水は未完で、信濃川本流は現在の大河津水分派点より約4km下流の横田で、7月22日大破堤した。これが《横田切れ》で、この破堤により、両蒲原一帯の約2万町歩が水没、湛水期間は、おそらく4～5カ月間に及んだものと思われる。この広域のはんらんにも拘らず、はんらん水の出口にあたる新潟市街地は7月24日に再び浸水した。この悲惨な光景は、当時の著名画家6人によって記録され、信濃川洪水図12点が残された。図はその1点で川端玉章(1824年～1913年)の作品。新潟県美術博物館蔵。

下 = 穀倉地帯に変貌した新潟平野。写真・ボンカラーフォトエージェンシー提供。

発行所 = 株式会社クボタ

大阪市浪速区敷津東1丁目2番47号

発行日 = 1979年7月

第4刷 = 1997年6月

編集製作 = (有)アーバンクボタ編集室

印刷 = 大日本印刷株式会社大阪工場

主要図版作製 = 巧凡社

基盤

茅原一也 = 新潟大学理学部教授

新第三紀層基盤岩の区分と構造

日本列島中部地区における新第三紀層基盤岩の区分および配列を図3に示してある。これには北部フォッサ・マグナ地域の深部構造は示されていない。新潟新第三紀層基盤岩には地域性があり、主要地質構造線によって、表1の3地域に区分される。フォッサ・マグナ両側の基盤岩を対比しつつ述べることにする。

青海 蓮華変成帯と上越変成帯 青海 蓮華変成帯は結晶片岩～千枚岩からなり、藍閃石変成作用で特徴づけられ、三郡変成帯の一部と考えられている。結晶片岩のK-Ar年代は、 309 ± 16 m.y. (白雲母), 311 ± 10 m.y. (白雲母), Rb-Sr年代は 323 ± 20 m.y. (白雲母)と報告されている(m.y.は100万年)。青海 蓮華帯では非変成古生層および蛇紋岩とともに相互に断層関係で接する複雑な構造岩塊複合体(tectonic mixture)をなしている。青海結晶片岩をはじめとして、1m～数kmにわたる大小の岩体は、全体としてみると蛇紋岩に包まれた構造岩塊(tectonic block)として存在する。隣り合う岩塊が著しく異なる変成相を示すことが多い。非変成古生層は石炭紀～二疊紀のもので美濃帯および足尾帯の古生層と区別される。フォッサ・マグナ東側の上越変成帯(端山ほか, 1969)は解体された変成帯であって、元来は青海 蓮華帯に類似した構造をもっていたものであろう。現在、結晶片岩類は谷川岳ほか2～3の地域で蛇紋岩に包有された構造岩塊として存在するのみで、その蛇紋岩も大部分は新期の白亜紀花崗岩の中に浮くような形で捕獲されてい

る。花崗岩の貫入体が多く、隆起浸食量の大きいことが変成帯の解体に大きく寄与している。この失われた変成帯と足尾帯との間には、蛇紋岩・変はんれい岩・変玄武岩複合体など、不完全なオフィオライト系列岩体(Komatsu et al., 1977)が密集して存在している。これらは全体として、東側の足尾帯と断層(おそらく西から東への大規模な衝上断層)で接している。これらは中国地方の夜久野岩類に対比できるものである(Chihara et al., 1977)。

北部フォッサ・マグナ地域(信越帯)の新第三紀層基盤岩についての情報は少ないが、柏崎東方の坑井で、基盤岩としての蛇紋岩・含かんらん石単斜輝石岩が確認され(石和田ほか, 1971), 糸魚川南東方の焼山火山直下にも、火山灰中の異質岩片中に輝緑岩～はんれい岩、角閃岩、石英黒雲母片岩、単斜輝石岩などを含むことから、新第三紀層基盤岩として塩基性～超塩基性岩および結晶片岩類の存在が推定される(小松・茅原, 1976)。

青海 蓮華帯がどのように上越帯に連続するの不明な点が多いが、以上の資料や大陸棚の空中磁気異常(地質調査所, 1972)などを総合して推定したものが図3である。上越変成帯の北方延長については、燕付近の帝国石油R-1号井で七谷層の玄武岩質凝灰岩中に藍閃石片岩を見出したこと(茅原, 1976)、角田沖坑井での基盤岩としての蛇紋岩の存在(今田, 1977)などを考えて推定している。後で述べるように、粟島隆起帯および周辺地域の基盤岩は空中磁気の強さからみて、古生層および花崗岩である

と考えられている。

美濃帯と足尾帯 フォッサ・マグナ西側の美濃帯は二疊～三疊系であるが、東側の足尾帯は中・上部二疊系(注1)が主で中部三疊系までが含まれている。足尾帯のうち、新潟平野側の地帯では、NE方向(足尾山地)からNW方向(只見川・黒又川流域)に転じ、大きく弯曲して蒲原山塊ではNE方向をとり飯豊山塊に連なっている。更に北部山地、平野部および大陸棚を含めて、足尾帯の大構造の推定図を図3に示してある。

奥利根層(上部三疊系) 柏崎 銚子線の東側のみに分布し、利根川源流地域から新潟・群馬県境の稜線地帯を経て巻機連峯北部にわたる地域に分布している。分布・構造からみて、下位の中部三疊系～二疊系に対しては不整合関係になる可能性がある。奥利根層は頁岩・砂岩・礫岩からなり、エントモノチス化石を産する。谷川岳地域にも時代未詳の中生層が分布している。谷川岳南方地域のもは粘板岩を主とし、砂岩・輝緑凝灰岩、一部に礫岩を伴う。茂倉岳北方の稜線西斜面にも同様な中生層が分布している。これらの中生層は白亜紀花崗岩および中新世石英閃緑岩によって貫かれている。

来馬層と岩室層(下部ジュラ系) 青海 蓮華帯では、来馬層群は非変成古生層・蓮華変成岩とはほとんどの場合、断層で接しており、断層に沿って蛇紋岩の貫入(cold intrusion)がある。そしてこれらとともに構造岩塊複合体を形成している。上越帯では、来馬層相当の岩室層が片品川下流域にわずかに分布している。これも元来は構造岩塊をなしていたものであろう。

手取層と戸倉沢層(白亜系) 青海 蓮華帯で手取層相当層とされている地層は、親不知海岸地域に分布する尻高山礫岩層(吉村・足立, 1977)、富山県側に分布する黒菱山礫岩層、小滝流域に分布する赤赤山砂岩層(白石, 1978)などである。これらの地層は来馬層以下の地層を明らかな不整合関係でおおっており、褶曲形も異なっている。また、蛇紋岩の貫入を受けていない。

上越帯では、戸倉沢層(Hayama et al., 1969)が片品川沿いに断層で囲まれて狭小地域に分布している。

濃飛流紋岩類 両帯において点在して分布している。青海 蓮華帯で太見山層相当層は姫川沿いに分布する石坂流紋岩である。

図1- フォッサマグナ両側における基盤岩の帯状構造 <磯見・河田, 1968>

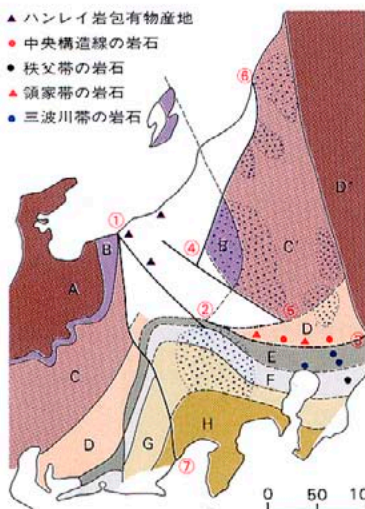


図2- 足尾帯・上越帯の回転による復元図<茅原, 1975>

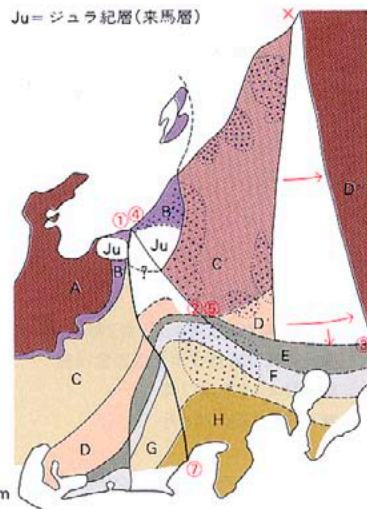


図1・図2の凡例

- A = 飛騨帯
- B = 飛騨外縁帯
- B' = 上越帯
- C = 美濃帯
- C' = 足尾帯
- D = 領家帯
- D' = 筑波帯
- E = 三波川帯
- F = 阿武隈帯
- G = 秩父帯
- H = 四万十帯(北帯)
- H = 四万十帯(南帯)
- ①-⑦ = フォッサマグナ西縁構造線
- ④-⑤ = 利根川構造線(山下・端山による)
- ②-⑤ = 関東平野下に潜在する中央構造線延長部(関東構造線)
- ①-②-③ = 予想される(関東構造線)
- ④-⑥ = 新発田-小出線(山下・端山による)

注1 = 蒲原山塊北部では、一部に後期石炭紀および中期二疊紀の有孔虫を含む石灰岩がある。これはオリストロームの可能性もある。

白亜紀花崗岩 白亜紀花崗岩は、新潟平野東方山地で、足尾帯・上越帯の古期岩類を貫いて広く分布している。朝日山塊・飯豊山塊・魚沼山塊で大きな底盤塊として貫入しているものはNW方向を示す。K-Ar年代は、87～92m.y., 60～67m.y.および54～59m.y.の範囲のものに分けられる。新潟平野北部では油ガス田の坑井資料から図3のような分布がわかっている。また、柏崎東方でも花崗岩が存在している。

青海 蓮華帯と上越帯との関係 新潟海域のエアガン調査結果から、糸魚川 静岡構造線は直江津北西沖合約47 kmに伸びているとされている（新潟県地質図説明書, 1977）。また、柏崎 銚子線は、エアガン記録断面、空中磁力、重力などのデータから、小佐渡南端の小木半島までのびているものと考えられている。空中磁気図において、この推定線を境にして明瞭な差異があり、南西では大きく、北東では弱い。この地域ではグリーンタフが発達せず、また基盤も深いと思われるので、この強い空中磁気は極めて磁性の強い基盤が存在することを示し、かつ、磁気異常の波長の大きさからみて、浅い所に存在するものではないことは確かである（井上ほか, 1979）。

フォッサ・マグナ西側の青海 蓮華帯と上越帯との連続関係について、磯見・河田（1968）は、(a)北関東の山地の基盤岩類が、フォッサ・マグナ西側の基盤岩類に対して示す見かけのずれの量は約100 kmである、(b)この転位はまぼろしの大構造線である関東構造線（図1の

）の形成に関与した地塊運動の所産とみるべきである、(c)関東構造線の本質的な形成や、それに関与した北関東の山地の基盤岩類の転位は、白亜紀後期から古第三紀の間に行なわれたと考えられる、と述べている（図1）。筆者（1976）は、足尾帯・上越帯のフォッサ・マグナ東側地域での不連続性は、幾何学的には、元位置から反時計回りの20°の回転によって現在の位置をとった結果ではないかと述べたことがある（図2）。関東山地での領家帯・三波川帯の折れ曲りと平行する形で青海 蓮華帯の延長が折れ曲って上越帯・足尾帯に続くという可能性がある。この折れ曲りを基本構造として推定したものが図3である。いずれをとるにしても、フォッサ・マグナ北部地域での基盤に関するデータが更に必要であろう。この問題はわが国地質学界の第1級の問題であり、今後の課題となっている。

図3 - 基盤の大構造

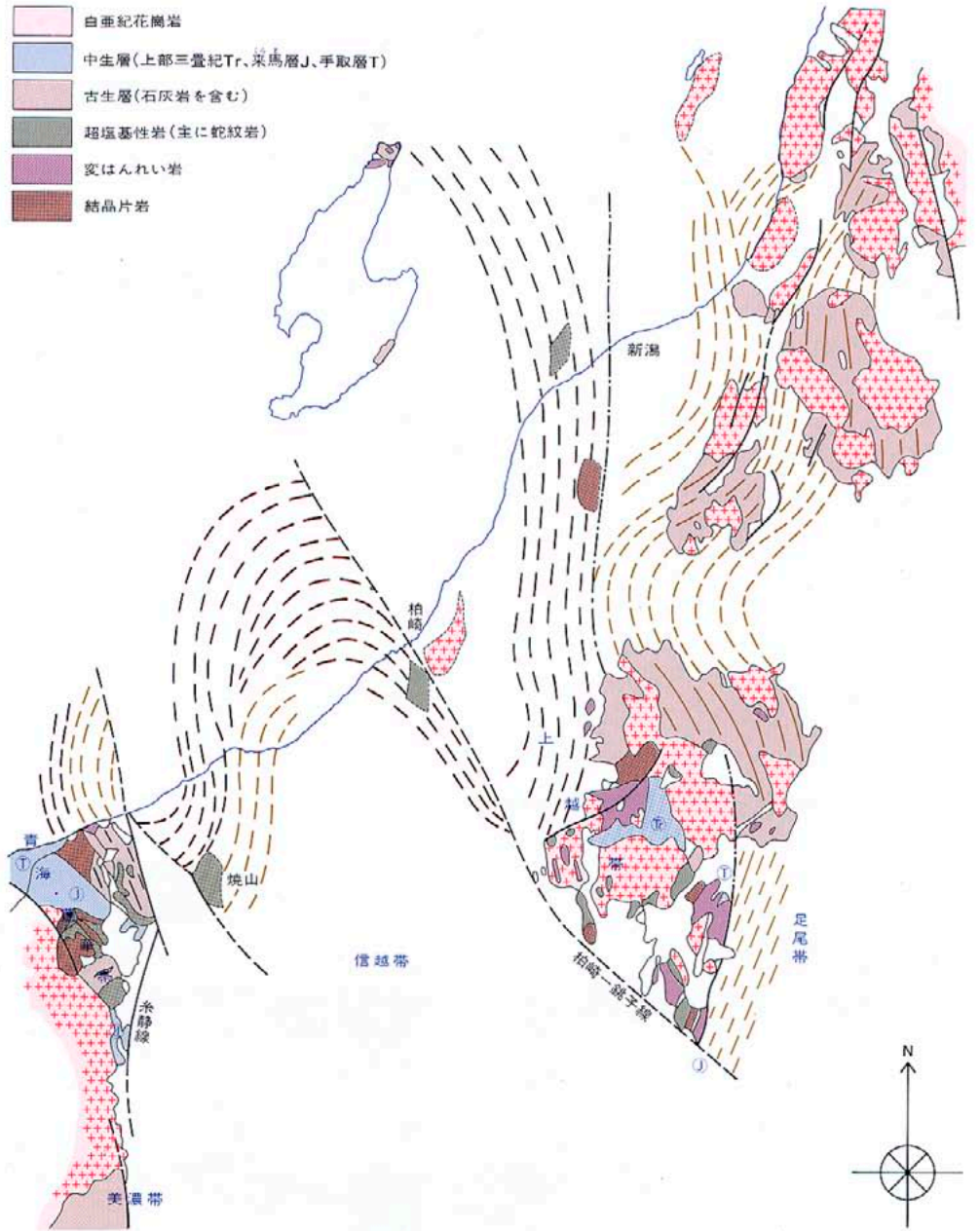


表1 - フォッサ・マグナ両側における基盤岩の対比

| 糸魚川以西地域 | 信越帯 | 柏崎-銚子線以東地域 |
|------------------------|--------------|---------------------------------------|
| 太見山層群（石板流紋岩） 濃飛流紋岩類 | | （片品川流紋岩） 濃飛流紋岩類 白亜紀花崗岩類 |
| 手取統（白亜紀） 来馬層群（ジュラ紀） | | 戸倉沢層（白亜紀） 岩室層（ジュラ紀） 奥利根層（上部三疊紀） |
| 非変成古生層（石炭～二疊紀） | | 上越帯 |
| 蓮華変成帯（超塩基性岩） | 超塩基性岩（相崎・焼山） | 上越変成帯（超塩基性岩、オフィオライト） |
| 美濃帯（二疊～三疊） | | 足尾帯（二疊～中部三疊紀） |

新第三紀層の区分

新潟平野の深部および周辺山地を構成している新第三紀層は、表2のように区分されている。津川層は主に東方山地および山間盆地に広く分布し、上部は七谷層と同時異相である。

新第三紀層の3構造系列帯

陸域の3構造系列 櫛形山脈 五頭山塊を連ねる構造系列は、背斜中核部に白亜紀花崗岩があり、両翼に津川 灰爪層が分布する。稜線地帯にも津川層が残存し、かつて広く海域に覆われたことを示している。中核部花崗岩の東縁は逆断層で東側の西山層にのし上げている。このことから、この背斜構造系列は西山階以後に発展した新しいものであることがわかる。葡萄山塊花崗岩は南に沈み、胎内 紫雲寺構造系列に連なっている。櫛形 五頭山系列の西側では重力のブーゲ異常の20~40mgalの線が急勾配を示し、かつNNE方向に直線的にのびている。東山背斜・見付・大面・加茂および新津背斜は、1つの構造系列をなし北方で平原下に沈む。弥彦・角田および中央油帯はそれぞれ雁行配列しているが、全体として東縁は弥彦断層で断たれ、

1つの構造系列をなしている。

平原下の地下構造 南阿賀構造・東新潟構造および阿賀沖構造の関連を椎谷層上限の等深線で示してある(図5)。これらの構造は、大きくみれば、新津構造の延長とみることができようが、個々の背斜構造は雁行配置をなしていることが注目される。この構造系列によって新潟平野の下部構造は2分されている。

大陸棚の地下構造 新潟平野沖大陸棚の地下構造については、近年、地震探鉱、空中磁気調査(地質調査所、1972)、エアガン調査およびいくつかの試錐により詳しくわかっている。しかし、これらの大部分は企業秘密として未公表であるので、ここでは空中磁気(図5)による地下構造の推定のみについて述べよう。これによると、粟島を中心とする正異常Aは南にのびるが、東西性の線に切れながら階段状に減少し、その延長は村上の西方沖合以南で不明瞭になる。また、角田・弥彦の北方延長上の海域には大きな正異常Bがあり、その延長上には馬の背の正異常Cがある。一方、馬の背を通り北東 南西方向に断続的に正異常D

がならび、その北の延長は粟島の西方を通過する。その西側に沿ってかなり明瞭な負の異常帯Eが走り、小佐渡北方海域の正異常区域Fとの間を境している。このような磁気分布から、この海域の堆積盆地の主要部は村上 角田間の沖合を占め、外縁は馬の背を通る北東 南西の線(大陸棚の縁にほぼ一致する)にある。盆地の北縁から粟島の基盤高が南に延びているが(日本の石油・天然ガス資源、1969、p.267)、この系列に属するものが、阿賀沖油ガス田・東新潟・南阿賀・新津の油・ガス田構造である。粟島隆起帯および周辺基域の基盤は空中磁気の強さからみて、古生層、花崗岩であろうと考えられている。

以上に述べたことを総合して入ると、(1)櫛形山~五頭山隆起帯。(2)葡萄山塊~岩船~中条~紫雲寺構造系列。(3)新津~南阿賀~東新潟~阿賀津~粟島構造系列。(4)弥彦・角田構造系列などの諸系列が、陸域・平原下および大陸棚を通じて明らかに連続して、それぞれ独立に存在していることが理解されるであろう。しかし、(2)の系列は顕著ではない。

図4 - 主要地質断面図(~)<日本の石油・天然ガス1969、池辺ほか1978>

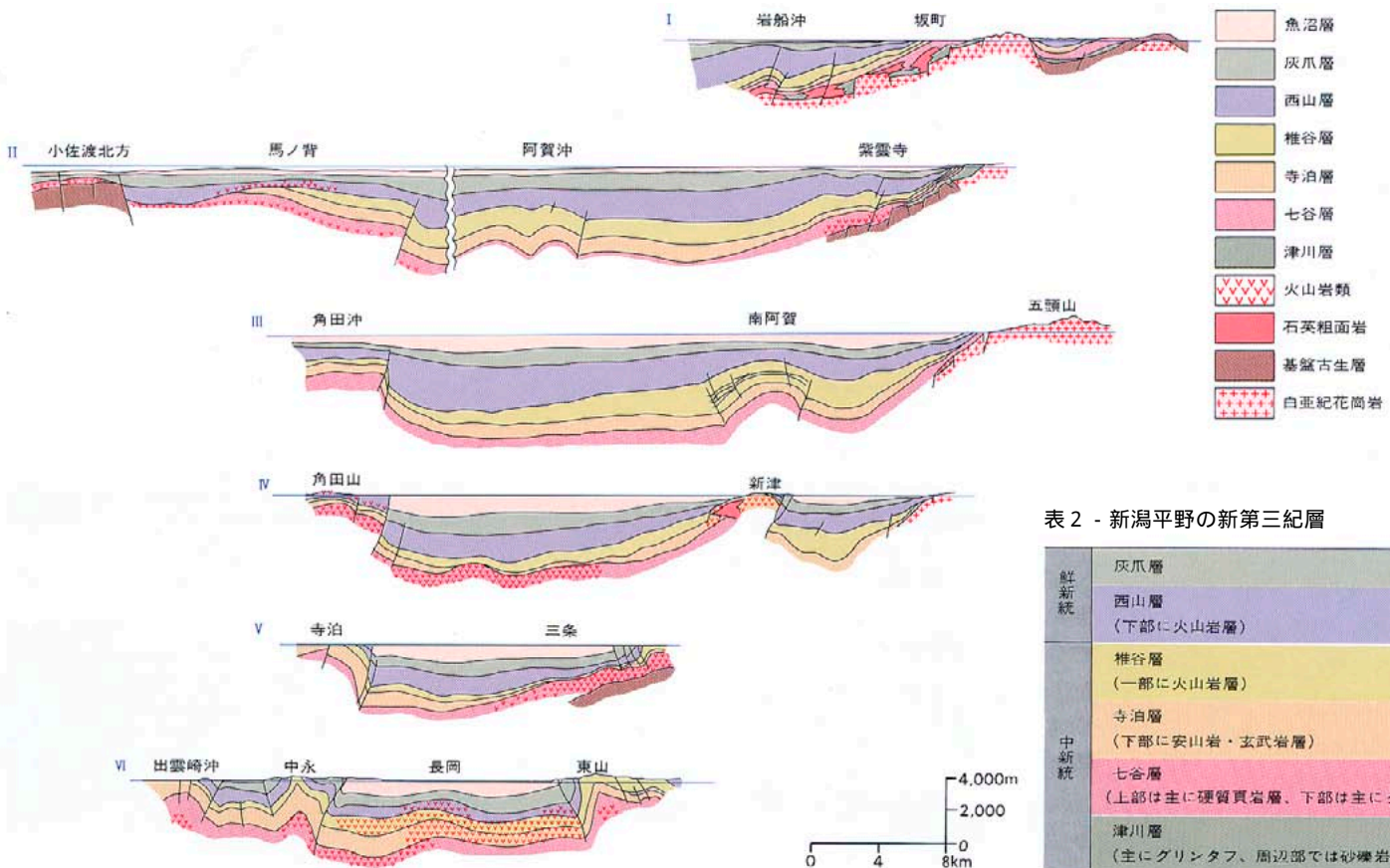


表2 - 新潟平野の新第三紀層

| | |
|-------|----------------------------------|
| 新第三紀層 | 灰爪層 |
| | 西山層 (下部に火山岩層) |
| 中新統 | 椎谷層 (一部に火山岩層) |
| | 寺泊層 (下部に安山岩・玄武岩層) |
| | 七谷層 (上部は主に硬質頁岩層、下部は主にグリーンタフ層) |
| | 津川層 (主にグリーンタフ、周辺部では砂礫岩層) |

新潟平野は、北は村上から南は長岡南方まで広く分布するが、南阿賀構造系列の両側では更新統以下の地層は、この構造の影響を低位層ほど強く受け、この系列を境として北部および南部の堆積盆に分れている。それぞれの堆積盆は北へ延びて粟島の東南方および西南方まで追跡される。

新潟平野深部の地下断面

新潟平野深部の6つの東西地質断面を北から順に図4に示してある。(日本の石油・天然ガス鉱床, 1969; 池辺ほか, 1978, による) 加治川以北ではいくつかの坑井が新第三系基盤岩に達している。北部(胎内川以北)では白亜紀花崗岩が広く分布し、それらは北東方向の断層によって切れ、ブロック状に次第に西方(日本海側)へ落ちていく(断面)。決して1本の断層で境されるといったものではない。

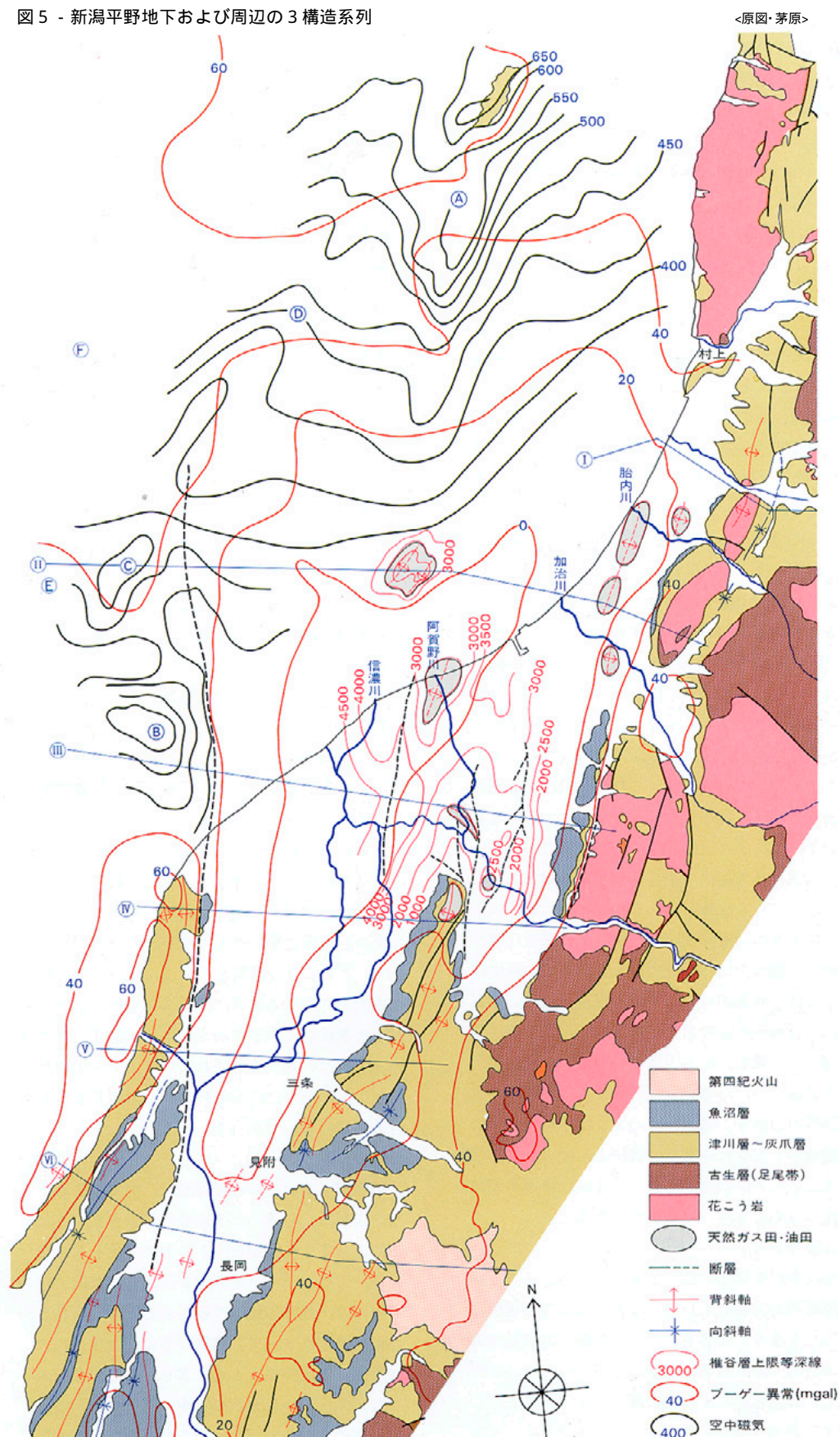
紫雲寺構造-加治川付近では基盤は古生層であり(断面), この構造も断層ブロックが次第に西方へ落ちてゆくものである。加治川以南では、山地よりの坑井では花崗岩に達しているが、向斜部中心の基盤は不明である。しかし、この深度は5,000~7,000mと推定されている。

南阿賀構造(断面)は、東西両側が断層で境され、全体として上りブロックの形をしている。東側の逆断層は南に延びて新津背斜東縁を区切っている(断面)。大面・見付油ガス田構造の西縁から東山構造の西縁に続く逆断層によって東側のもは平野部に対して上りブロックとなっている(断面)。大面構造の基盤は古生層(足尾帯)である可能性が高い。

新潟平野西縁を限る諸構造(弥彦~角田, 中央油帯)の東側には、大陸棚から長岡平野の西まで延びる大きな逆断層帯(弥彦断層)があり、東へのし上る上りブロックとなっている(断面)。このため蒲原平野深部の下部層は全体として複向斜構造を呈している。

蒲原平野の地下では深度5,000mでも七谷層のグリーンタフであって(断面), 基盤までは更に1,000~1,500mはあるものであろう。この地域では最下部に玄武岩層がしばしば存在しており、七谷層のグリーンタフに属するものであろう。なお、西山層は非常に厚く、ところにより、寺泊層あるいは七谷層の火砕岩層の高まりを直接、不整合に覆う場合もある。

図5 - 新潟平野地下および周辺の3構造系列



山地と丘陵をめぐる地形

高野武男 = 新潟県立高田高等学校教諭

県境の山やま

新潟平野の東側には、北から南に朝日山地、飯豊山地、越後山脈、三国山脈などがつらなり、山形県、福島県および群馬県との県境になっている。

これらの山地や山脈は、けわしい壮年期の地形を示しているが、山頂の高度が比較的良好よくそろっており、朝日山地と飯豊山地は約1,900mから2,100m、越後山脈はほぼ1,200m、そして三国山脈は2,000m前後の標高をもっている。また、2万5千分の1の地形図で調べてみると、山頂の近くに、等高線がまばらで非常に平坦な緩斜面が、ところどころに発達していることがわかる。このような地形は、小起伏侵食面または侵食平坦面などとよばれるもので、山地や山脈が隆起し侵食される以前の地形の遺物と考えられている。

さらに地形図の作業によって、現在の山地や山脈にすっぽりと風呂敷をかぶせて、その輪郭をあらわし、山地や山脈が侵食されて複雑な谷がきざまれる以前の地形を復元した、接峰面図（図1）についてみると、県境の山地や山脈には2ないし3段のやや傾いた平坦面が表現されてくる。そして、興味あることは、この平坦面が上に述べた小起伏侵食面にほぼ接していることである。このことは、これらの山地や山脈が侵食されて、現在のようなけわしい地形になるまえには、小起伏侵食面が一面にひろがっていて、きわめて起伏の小さい平坦な地形であった、ということの意味していると考えられる。

このように、接峰面図に表現された平坦な地形面を、朝日山地、飯豊山地および三国山脈では小起伏侵食面がもっともよく保存されている三国山脈の平ヶ岳の名まえをとって、“平ヶ岳面群”と総称し、越後山脈の場合は“只見面群”とよぶ（地形面の名称は両者とも仮称）。

県境の山地や山脈は、このように平坦な地形の地域がしだいに隆起し、はげしく侵食されることによって、現在みられるような壮年期地形になったものと考えられるのである。

丘陵地帯の地形

新潟平野の周辺には、図1にみられるような丘陵地帯が分布している。これらの丘陵の規模はさまざまで、高さも変化にとむが、起伏量はおおむね400m以下である。

この丘陵地帯でも、頂の高さがよくそろっていて、新潟平野からながめるとスカイラインがほ

ぼ一直線にみえ、また、各地に小起伏侵食面が分布している。そして、接峰面図をえがくと図

1にみられるように、非常に平坦な地形面が復元され、それが小起伏侵食面に接している。

これらのことから、丘陵地帯も、やはり全体に侵食平坦面の発達した時代のあったことが推定される。この地形面を、もっともよく発達している東頸城丘陵の名まえをとって“頸城面”とよぶ（仮称）。これを構成する地層は、上部中新統の寺泊層と椎谷層、鮮新統の西山層と灰爪層、下部洪積統の魚沼層群、中部洪積統の矢代田層などであり、比較的やわらかく、侵食されやすい泥岩や砂岩の分布地域に発達している。

このことから、頸城面は原初準平原としてつくられたものと考えられる。これは、やわらかく、侵食されやすい地層の堆積地域が海底から隆起した場合、地殻の隆起量と侵食量とがつりあっていて、高い山地や山脈をつくることなく発達した侵食平坦面のことである。

ところで、頸城面のなかに島のように突出している米山山地や弥彦山地はどういう性質の地形であろうか。これらの山地の調査結果によると、安山岩や玄武岩の溶岩、集塊岩、よくしまった礫岩などの、侵食されにくい岩層の分布していることがわかっている。このことから推定すると、おそらく頸城面がつくられる間、侵食に抵抗してけづり残されてできた山地ではないかと考えられる。頸城面が、つくられる間の侵食量は、2,000m以上に達すると推定されている。この侵食量は米山山地（993m）や弥彦山地（638m）の高さを、はるかにうまわるものである。このような資料も、米山山地や弥彦山地の成因を考察する場合には重要なものであろう。侵食に抵抗して準平原のなかに島状に突出している山地は、残丘とよばれている。米山山地や弥彦山地の地形は、おそらく、この残丘といわれる性質のものであろう。

丘陵の形成

接峰面図に表現される頸城面に、河川による下刻作用がはたらき、こまかい谷がきざまれることによって、侵食平坦面が丘陵に変化したのである。この河川の下刻作用がはたらく原因となったのは、地殻の隆起運動であると考えられる。地殻の隆起によって、信濃川のような主流の大河川は、下刻作用とともに著しい側方侵食もおこなって、広い盆地状の谷をつくったが、支流の小河川はおもに下刻作用をおこない、頸城面

にこまかい谷をきざみ、丘陵に変化させていったものであろう。

それでは、この隆起運動によって、頸城面の分布地域に丘陵がつくられるようになったのはいつ頃からであろうか。この問題については、頸城面と高位段丘との関係が重要な意味をもっているように考えられる。

図2に示されるように、高位段丘の断面を丘陵地帯にむかって延長すると、頸城面の断面にスムーズに連続するようにみられる。このことは、高位段丘の段丘面が、信濃川やその支流の河川の氾濫原としてつくられる時期には、おそらくその背後の、あまり高さのちがわない位置に頸城面がひろがっていたことを推定させるものである。そうすると、頸城面が丘陵への変化をはじめるのは、この氾濫原が隆起して段丘化し、高位段丘の段丘面になる時期とほぼ一致していると考えられることができる。

高位段丘ができあがって以後も、この地殻の隆起運動はつづき、その下に中位段丘、低位段丘、さらに沖積段丘がつくられている。このことは、頸城面を丘陵に変化させていった地殻の隆起運動が、いっぽうでは段丘地形を発達させる原因の1つとなったことを意味するものである。したがって、丘陵の形成時代は段丘の形成時代であると考えられることができるであろう。

ところで頸城丘陵と段丘をつくった地殻の隆起運動がおなじものであるとすれば、頸城面の分布地域におこった隆起運動も、この地域だけのものではなく、日本列島全体におこなわれた隆起運動の一環であると理解してよいであろう。実際に、頸城面のような侵食平坦面も、この地域だけに発達していたものではなく、長野県の野尻湖周辺の丘陵地帯や長野盆地と松本盆地の間の犀川丘陵でも、この種の侵食平坦面が復元され、それがほぼ同時代に発達したと考えられている。このことから、侵食平坦面の形成やその後の地殻の隆起運動は、地域的なものではなく、広域的なものであったとみられるのである。この日本列島全域にわたる地殻の隆起運動は、おそらく、藤田至則氏のいう島弧変動に相当するものであろう。これによって、県境の山地や山脈も同時に隆起し、はげしい侵食によって生じた物質が、信濃川や阿賀野川によって運ばれ、海岸地帯に発達していた入江に堆積して、新潟平野をつくっていったと考えられるのである。

図2 - 地形断面図

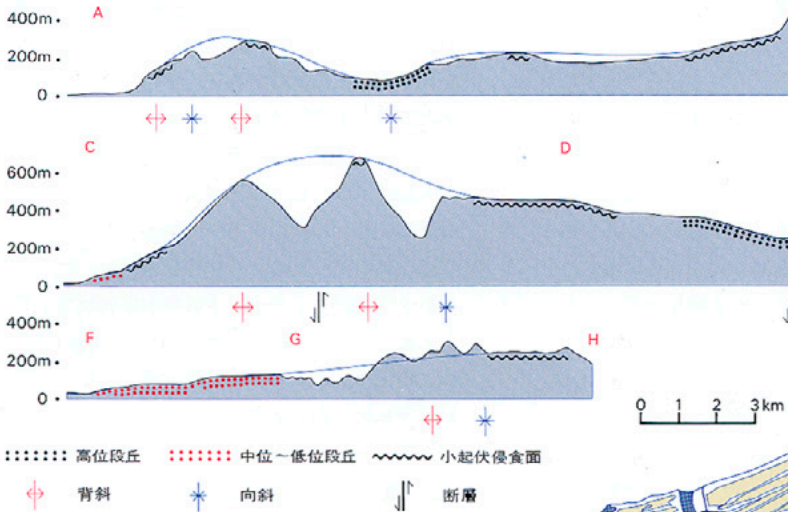
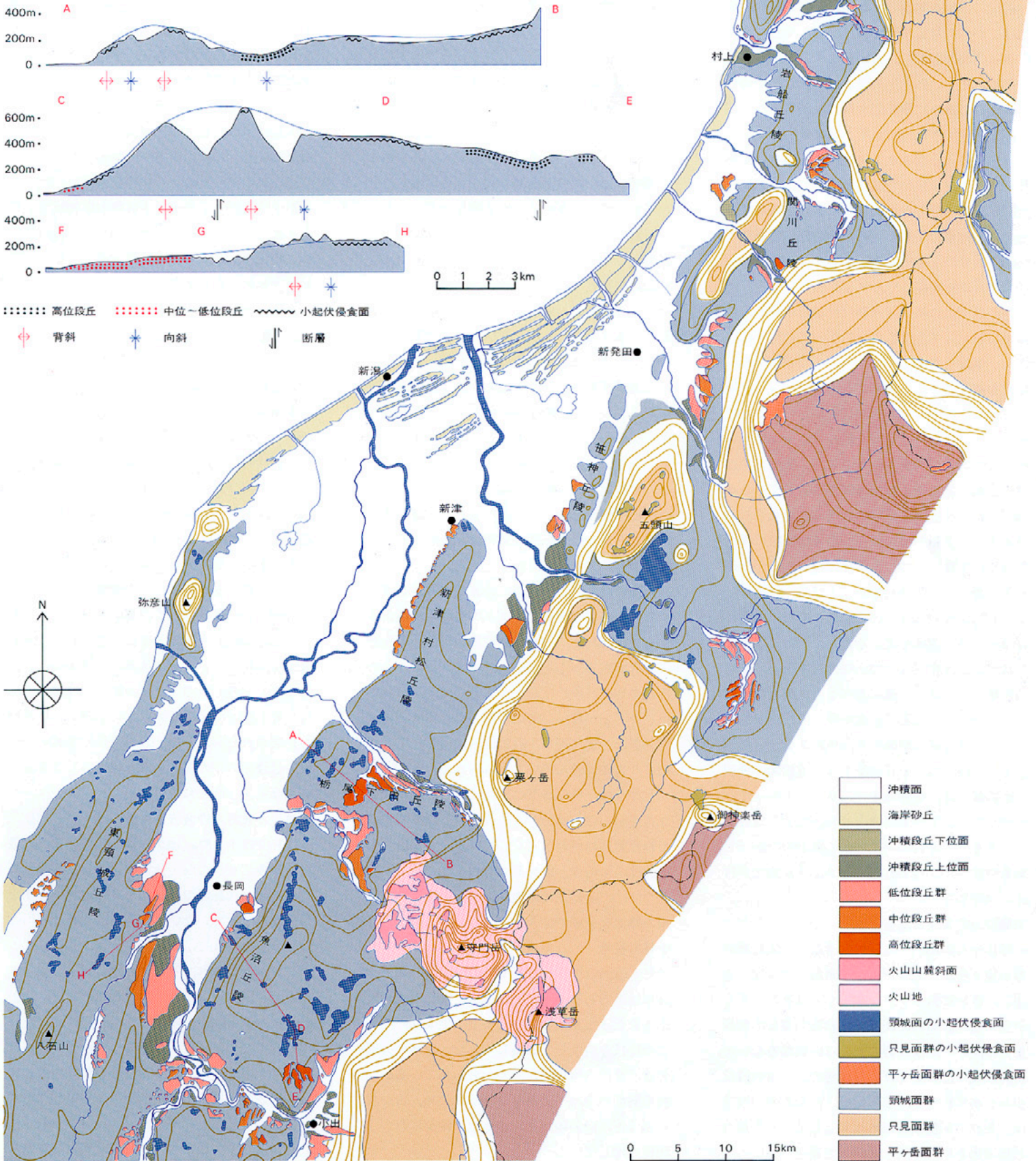


図1 - 新潟平野周辺山地の地形学図



信濃川の河岸段丘

新潟平野団体研究グループ

新潟平野団体研究グループ 稲葉明 = 新潟県立教育センター指導主事 小林忠夫 = 新潟県立長岡高等学校教諭 大矢忠雄 = 新潟県十日町市立十日町中等学校教諭 高野武男 = 新潟県立高田高等学校教諭 歌代動

山間部を流れる信濃川の沿岸には、9段の河岸（河成）段丘が発達している。それぞれの段丘面は、かつて谷底平野であったが、地盤の上昇によって高度を増し、古い段丘面ほど上方に位置している。これを川の側からみれば、川は谷の斜面に、次々に段丘面を残しながら、谷を深く掘り下げてきたのである（図2）。

個々の河岸段丘をみると、それは平らな段丘面と切立った段丘崖から成立している。このような河岸段丘の形態を地盤運動によって説明するために、地盤の上昇が停滞する時期には谷底平野が、地盤の上昇が急速に進む時期には段丘崖が、それぞれ成長したとする説がある。

一方、信濃川の河岸段丘群は洪積世中期から沖積世にわたって生成しているが、この時代には著しい気候変動によって、海面の高さがつねに変化を続けていた。気候が寒冷にむかって、海面が低下すると、川の下刻は河口から始めて内陸におよび、谷底平野を段丘化させたであろう。現在の川の谷底平野をみると、表層部には泥や砂が、その下には河床礫が堆積しているが、河岸段丘の断面にも同様の地層の積重なりがみられる。信濃川の河岸段丘堆積物は一般に厚さ数mないし10数mで、おもに礫層であるが、最上部に薄いシルト層が堆積している。花粉など気候をしめす化石は、ほとんどこのシルト層のなかからのみ産出しているが、それによると、いくつかの河岸段丘について、最上部シルト層の堆積した当時の気候が現在より低温であったことが知られている。谷底平野の段丘化が海面の低下、すなわち気候の寒冷化にともなっておこるならば、谷底平野の最上部の堆積物が堆積した時代には、気候はすでに寒冷にむかっていたであろう。上の証拠は、この説にとって有利ではあるが、それが気候変動の経過のなかでしめる位置が確かめられないため、決定的な裏付けとはならない。

河岸段丘の発達と基盤

長野県から新潟県へ入った信濃川は、魚沼層群の山地・丘陵のなかをぬけて新潟平野南端に到達し、さらに新潟平野を北上して日本海にそそいでいる。おもに山間部を流れる県境から長岡までの間の河岸段丘群の発達はいちぢるしいが、長岡以北では新潟平野の周縁部に、一段の段丘がみえかくれるにすぎない。沿岸各地の段丘は、それらが生成した時代を通じての、各地の地盤運動と川的作用を反映して発達しているが、

それにもとづいて信濃川沿岸を十日町盆地、信濃川と魚野川の合流点付近、小千谷・長岡間、新潟平野に、4分することができる。

上の区分のうち段丘の発達のよい前三地域において、河岸段丘はつねに魚沼層群を基盤としているが、それは偶然ではない。河岸段丘群がいちぢるしい発達をとげるために、基盤が魚沼層群であることは、重要な条件であったのである。魚沼層群は、洪積世前期をつうじて堆積した、当時としては、きわめて大規模な地層である。魚沼層群の堆積が終る頃から、この地域の上昇が始まったが、上昇の速度が小さかったため、侵食に打勝って高まっていくことができなかった。そのためこの地域には、洪積世中期をつうじて、現在よりはるかに低い丘陵の状態がつづいた。信濃川は、この丘陵のなかに、後のどの時代の谷底平野よりも、はるかに広い谷底平野を形成した。魚沼層群が軟らかく、侵食されやすい地層であったことも、これを大いに助けたのである。この谷底平野の時代は長くつづいたが、その間の魚沼層の褶曲の成長によって平野の一部が傾斜を増し、斜面の上方から段丘化した。このような段丘形成過程は、後の段丘形成時代のそれとまったく異っている。

次の時代には、この地域に急速な上昇運動が広がり、信濃川は下刻し、次々に河岸段丘の生成がおこなわれた。これが、信濃川沿岸の段丘形成時代である。上記の広大な谷底平野は、この時代の初めに段丘化した。その時期が意外に新しいことから、信濃川沿岸の段丘形成時代は、南関東などより遅く、洪積世後期に入ってから始まり現在に及んでいとみられる。すでにのべたように、魚沼層群の褶曲は段丘形成時代より古くから行われており、最も古い段丘面もまた魚沼層群の層理と斜交している。魚沼層群の褶曲は、その後、段丘形成時代をつうじて成長をつづけ、その上に発達した段丘面の褶曲と傾斜の増加を全域でひきおこしている。

十日町盆地

長野県境から小千谷南部までの約35kmの間が十日町盆地である。十日町盆地は、段丘形成時代にさきだつて魚沼層群の向斜上に生成し、そのこの時代をつうじて成長してきた。盆地の大部分は、9段の河岸段丘面でおおわれているが、魚沼層群の向斜が成長をつづけたため、古い段丘面ほど、向斜軸がおる盆地中軸部にむかう傾斜を増している。

河岸段丘群の谷底からの高さは、10mから300m以上におよんでいる。これらを上から1段の高位段丘、2段の中位段丘群および3段の低位段丘群からなる洪積段丘群と、さらに低い2段の沖積段丘群に区分することができる。

高位段丘の谷上面は、支流の扇状地として洪積世中期に生成した。谷上面は基盤の魚沼層群の向斜が成長し、面の西方への傾斜が増したために段丘化した。このようなやりかたでの段丘面の形成は、おなじ津南・十日町右岸地域で米原

面の形成に引継がれているが、後の段丘形成時代の、地域全体の地盤上昇にともなっておこなわれる段丘形成とは、明らかに別のものである。谷上面の信濃川沿岸における分布が、十日町盆地の一個所に限定されていることも、谷上面が段丘形成時代にふくまれる性質のものではないことをしめしている。米原 面は信濃川右岸の著しく広い段丘面で、谷底から200~350mの高さがある。これは信濃川沿岸の段丘形成時代に先立って、低い魚沼層群の丘陵のなかに開けた前記の谷底平野であった。

当時の緩慢な上昇運動のなかで、魚沼層群の向斜が成長をつづけたため、向斜軸の東側にそった谷底平野には西方への傾きを増す傾向があったが、右岸の支流が扇状地を形成して、この傾向を助けたため信濃川を次第に西方へ追いやることになった。それともなつて、東側にまず米原 面が、ついでその西側に米原 面が生成したのである。その後、この地域に地盤の急速な上昇が起つて米原 面以下の7段の河岸段丘が形成されたが、この7段の段丘の生成した時代を信濃川沿岸の段丘形成時代とみることにについては前記したとおりである。

信濃川と魚野川の合流点付近

各段丘面は十日町盆地から連続しているが、信濃川が魚沼層群の向・背斜軸と斜交して流れているため、段丘面の配列は十日町盆地のような規則性をもっていない。合流点には2つの川のはたらしによって、段丘形成時代に先立って広い平野が形成され、その後の段丘形成の中心となった。信濃川はここで、さかんに蛇行しながら平野をひろげ、下刻をおこなってきた。蛇行ばかりでなく、魚野川の合流もまた信濃川の移動をひきおこしたであろう。川の移動のあとには、高さ数m以下の小段丘崖によって隔てられた数個の狭い段丘面が生成している（図3）。この現象は、川の下刻をうながす海面低下ある

=新潟大学教育学部教授 渡辺秀男 =新潟県南魚沼郡六日町立六日町中等学校教諭 渡辺吉和 =新潟県中頸城郡大潟町立大潟小学校教諭 米山正次 =新潟県東頸城郡大島村立大島中等学校教諭 (ABC順)

いは地盤上昇の経過や速度、川の諸作用のはたらく速度などに関係しており、河岸段丘の形成にかかわる多くの事を示唆している。

小千谷・長岡間

各段丘面は内陸部のそれと連続している。段丘の発達状態からすると、ここは内陸部から新潟平野への移り変りにあたっている。基盤の魚沼層群の褶曲軸は、北々東へ低下していくが、その上に発達する河岸段丘群もまた北々東へ低下して新潟平野の下へもぐっていき、新潟平野の地盤運動に参加していることを物語っている。また魚沼層群の向・背斜上に発達した段丘面が、向背斜の成長とともに上方または下方へのたわみを生じているのがよく観察される。

新潟平野

長岡から新潟までの間の新潟平野の縁には、内陸部の中位段丘群に相当すると推定される低い1段の段丘が断続してあらわれる。この段丘は海面が上昇して海水が新潟平野へ侵入したさいに生成したと考えられている。この段丘面は新潟平野の中軸部にむかって傾斜し、まもなく沖積面下にもぐってしまうのであるが、このような段丘の形をとおして、新潟平野の中軸部を中心とする沈降運動の存在が確かめられている。新潟平野の形成に関係するこのような地盤運動と海面運動の、段丘形成時代における経過にかんする証拠は、新潟平野の地下に埋没しているはずである。そこには、ウルム氷期の海面の低下によって生成した谷と段丘群の存在が期待されるのである。

ローム層

信濃川沿岸の河岸段丘と緩斜面の上には風化した風成火山灰層であるローム層が堆積している。ローム層は十日町盆地南端で最も厚く12mをこえるが、信濃川の下流へ次第に薄くなっていく。ローム層は下から谷上ローム層、米原ローム層、貝坂ローム層の順に積重なっている。また、古い段丘面の上にはすべてのローム層が堆積しているが、低く新しい段丘面上では火山灰の堆積する期間が短くなるため、下部のローム層を欠くことになる。また、最も低い沖積段丘群の上にはローム層は堆積していない(図2)。この地域のローム層の堆積は洪積世中・後期にわたって行われたが、それを噴出した主な火山は、およそ南西方に当たる妙高、黒姫、飯縄の諸火山である。そのほかにもいくつかの火山が、この地域に火山灰を送ったことが知られている。

図1 - 信濃川流域<津南・十日町・小千谷・長岡市西方地域>の段丘分布図

| 時代 | ローム | 津南・十日町右岸地域 | 十日町左岸地域 | 小千谷南部地域 | 小千谷越路町地域 | 関原・三島町地域 |
|--------|--------|-----------------|-----------------|---------|----------|----------|
| 沖積世 | | 大割野II面 | 石名坂面 | 元中子面 | | |
| | | 大割野I面 | 根深面 | 小千谷面 | 栗迎寺面 | 深沢面 |
| 洪積世 | 貝坂ローム層 | 正面面 | 下原II面 | 塩殿面 | 潮音寺面 | |
| | | 11,700 ±200B.P. | 下原I面 | | | |
| | 米原ローム層 | 貝坂面 | 千手面 | 船岡山面 | 船岡山面 | 上富岡面 |
| | | 12,160 ±260B.P. | 22,600 ±850B.P. | | | |
| 谷上ローム層 | 朴ノ木坂面 | 上之山面 | 市民の茶面 | 小栗田原面 | 関原面 | |
| | 卵ノ木面 | 城山II面 | 山本山II面 | 越路原IV面 | 越路原III面 | |
| 中期 | | 米原II面 | 城山I面 | 山本山I面 | 越路原I面 | 高寺面 |
| | | 米原I面 | | | | |
| | | 谷上面 | | | | |

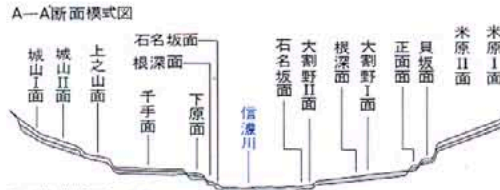
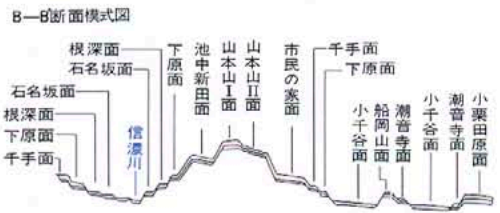


図2 - 十日町盆地・信濃川右岸の河岸段丘・ローム層模式図

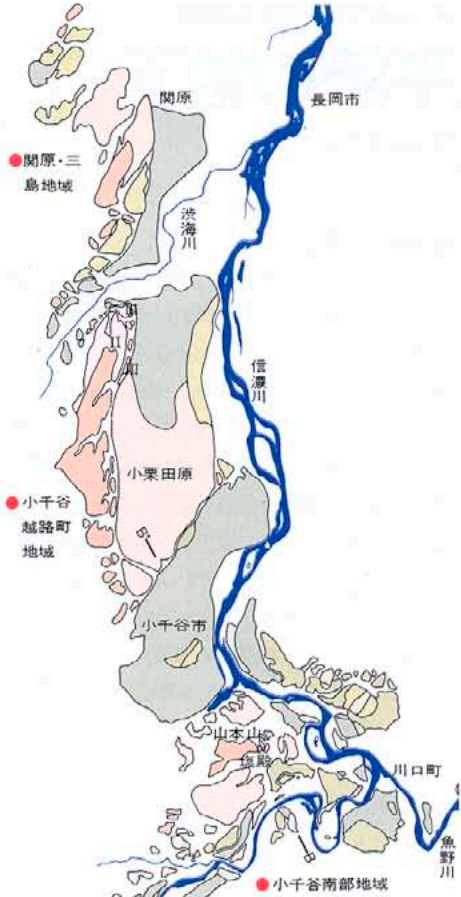
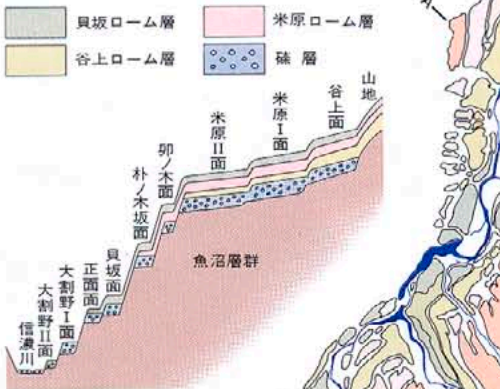
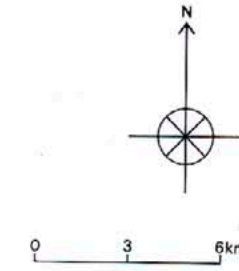
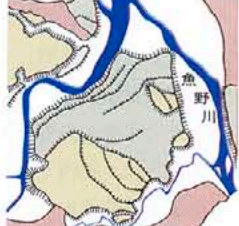


図3 - 川口町の塩殿・小千谷面<種岡隆夫 1977>



平野の地下

新潟珪藻グループ

平野の地層

新潟平野では、これまでに石油や天然ガス採掘の探鉱井，調査・観測用試錐が非常に多く掘られてきた。そのうち，試錐孔番号 B₆，B₇，B₈，B₉，B₁₁，B₁₂，B₁₃，B₂₀，B₂₁，B₂₂，B₂₄，B₂₅の位置を図1に示すが，これらのボーリング調査は，地下の構造や地層のなりたち，あるいは年代測定などに重要な役割を果たしてきた。これらの結果から，一般に地下数100m付近には新第三系の地層が分布し，それより上部は第四系の地層が堆積するとされている。第四系の中には，G₁ (Gravel “礫層” の頭文字)，G₂，G₃，G₄，G₅ と呼ばれる特徴ある礫層の存在が確認されている。G₁層は，図2に示すような深度に分布し，深い部分で150m，浅い部分で100m～130m付近である。それより浅い部分では認められない。

B-13，B-24，B-25における地下の地質断面は，図3に示すとおりである。岩相のちがいによって，それぞれ層から層までの5つに区分され，それらは図3にみるように対比することができる。それぞれの柱状図については，別に述べる (p.11右段参照)。

平野の形成過程

ところで平野の表層を形成している “いわゆる沖積層” は，新潟平野では，どのような環境で，どのような変遷をへて堆積し，現在の平野を形

づくっているのであろうか。

一般に古環境を解明する直接の手がかりは，軟体動物や魚類，植物などの古生物であり，こうした大型の動植物をもとにして始めて当時の環境を復元することができる。ところが，平野の地層はすべて地下に存在するため，地下数メートル以深では露頭観察が殆んど不可能である。そのためにボーリング調査がきわめて有効な働きをするが，しかし，こうしたボーリングコア試料のなかに動植物の化石が含まれてくるのは偶然であり，その可能性は殆んどないといつてよい。だが，その大きさが10ミクロンから500ミクロンくらいまでの単細胞生物の場合であれば，どうであろうか。それらは微化石として，ボーリングコア試料のなかにも十分に含まれてくるのである。じつは，肉眼では小さすぎて観察不可能な珪藻と呼ばれる水中に生息する単細胞植物がある。この珪藻の殻は SiO₂ (ケイ酸) を主成分とするため，死んだ後でも遺骸として残りやすいという特徴をそなえている。沖積層の試料を水にとぎ，それをうすめてスライドグラスにのせ，プレパラートにする。これを生物用の光学顕微鏡で観察すると，たくさんの珪藻が観察される。500～1000倍に拡大し顕微鏡写真にしたものが，本誌の表紙裏面に示す図版である。いろいろな大きさ，形態がある。珪藻は海水，汽水 (半鹹半淡)，淡水 (湿原も

含む) のあらゆる水域に棲息するが，その形態はそれぞれの環境によってちがいが見られる。すなわち，海水域は円心目 (Centrales) 珪藻，淡水域には羽状目 (Pennales) 珪藻が多く分布する。さらに海水域でも外洋水と沿岸水では異なるし，淡水域でも富栄養水と貧栄養水では異なるといった具合である。しかも，塩分濃度には敏感に反応してすみ分けをおこなっている。海水生種とは，海水域に限って生息する種で，海水～汽水生種は，海水域から汽水域にかけてみられる高鹹度性をもつ種を指している。珪藻のもつこうした特性や種を分析することによって，新潟平野における沖積層の変遷 (古環境の古地理) は，かなり明らかにされてきた。

珪藻は語る

層

湖沼が埋積されていく過程。すなわち湖は，長い間に周辺より陸上の植物や土砂によって埋めたてが進行し，浅くなっていき，ついに湖としての生命を失うことになる。B-13の層は，このような湖の末期としてのミズゴケ湿原期に棲息するユーノティア属 (*Eunotia pectinarius*，*Eunotia lunaris*) などが多く見出される。B-24，B-25でも *Eunotia* 属は観察されるが，B-13のように多くはない。

次に3本の井戸に共通して比較的多く見られる種は，淡水種のアクナンテス属 (*Achnanthes*

図1 - 新潟平野ボーリング・コア位置図

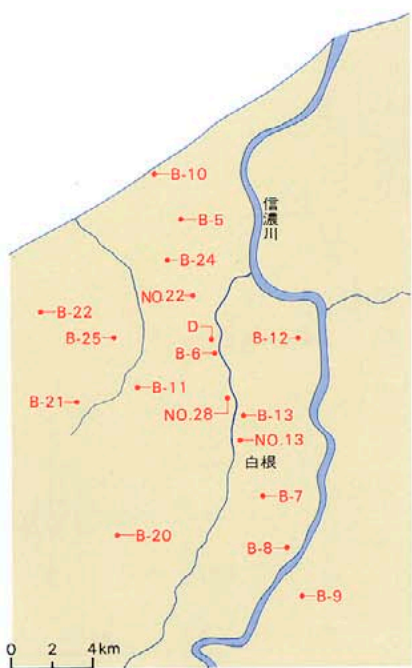
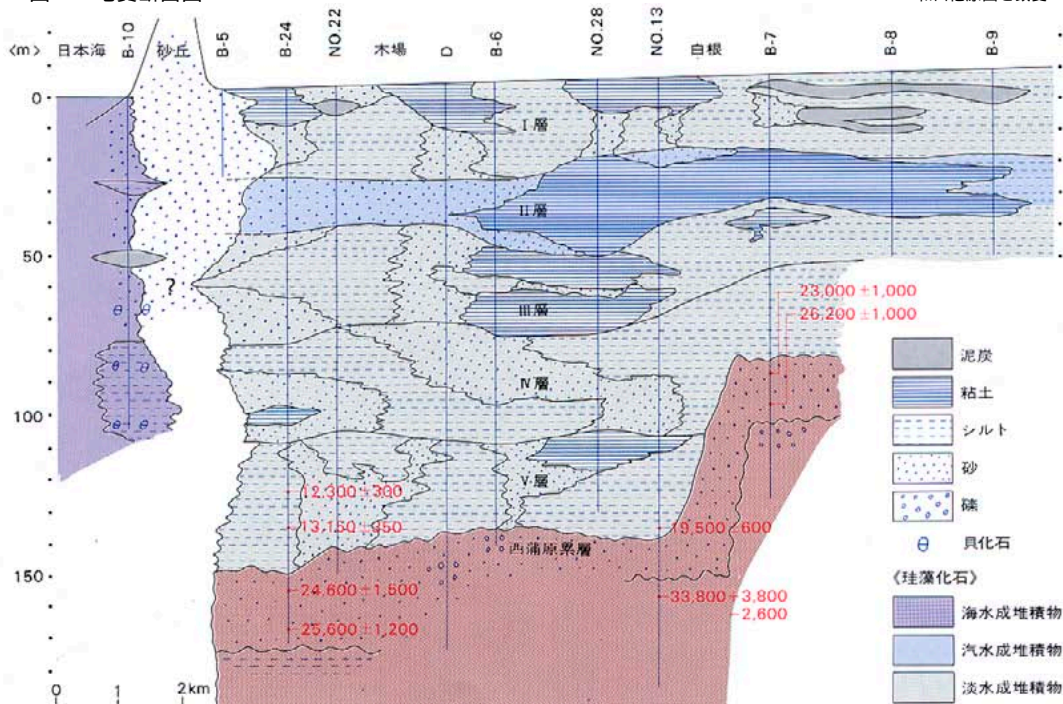


図2 - 地質断面図



lanceolata), ココネイス属 (*Cocconeis placen-
 tula*), シネドラ属 (*Synedra ulna*) などである。
 層

B-13は,汽水域に広く見られるニッチア属 (*Nit-
 zschia granulata, Nitzschia punctata*), 淡
 水域にも見られるディプロネイス属 (*Diploneis
 ovalis*) などである。しかし, 殻数はいずれも
 少ない。B-24は, -35mで, 汽水生~海水生浮
 遊生種のメロシラ属 (*Melosira sulcata*), 淡水
 生浮遊生のコスキノデスクス属 (*Coscinodiscus
 lacustris*; ときに汽水にもみられる) などが見
 られる。B-25は, 汽水生~海水生種は見出され
 ない。淡水生種のシネドラ属 (*Synedra ulna*),
 キンペラ属 (*Cymbella tumida, Cymbella
 ventricosa*) などが見られる。

層
 B-13は淡水生種のエピテミア属 (*Epithemia ze-
 bra*), ナヴィクラ属 (*Navicula cryptocephala*)
 などである。B-24は淡水生種のナヴィクラ属
 (*Navicula cryptocephala, Navicula pupula*),
 シネドラ属 (*Synedra ulna*) が見られる。B-25
 はタバリア属 (*Tabellaria fenestrata*), ロ
 パロディア属 (*Rhopalodia gibba*), メロシラ
 属 (*Melosira italica*) などいずれも淡水生種
 のみである。

以上のように全層準にわたって優占する種は,
 淡水生種である。わずかに 層に 汽水~

海水生種が見られる。それも, 外洋生の種を欠く
 という特徴をもっている。このように, 新潟平
 野を形成する堆積環境は, 流水あるいは止水の
 淡水域で形成されたものと考えられる。わずか
 に 層だけは, 海水の影響を受けた汽水域を推
 測させる。また, 新潟平野の場合には, 全層を
 通じて堆積物中に含まれる珪藻の殻含有数が非
 常に低く, 殻の保存状態も非常に悪いという特
 徴をもっている。このことは, 珪藻が増殖し,
 沈積するような安定した水域は, 存在しなかつ
 たものと考えられる。おそらく珪藻の増殖をさ
 またげようような不安定な水域で, しかも珪藻を
 拡散してしまうような流動する淡水域が広がっ
 ていたのであろう。このような陸水が卓越する
 水域の湖から汽水性の湖をへて陸化への過程を
 たどったものと推察される。堆積物が砂・シルト
 ・粘土などからなり, 変化の激しい層相は, こ
 のことを裏づけている。新潟平野の “いわゆる
 沖積層” は, 他の平野に比較して非常に厚い。
 信濃川と阿賀野川を主とする二大河川によつて,
 後背地から莫大な土砂が供給され, 堆積したか
 らであらう。新潟平野の形成は, 陸水と海水と
 が相互に交替しあいながら地層を堆積させてい
 ったというような単純なものではなく, 縄文海
 進最盛期においても, 海水の侵入を容易に許さ
 なかった要因があったと考えられるのである。

B-13

層 (深度0m ~ -18.5m): 粘土, 泥炭質粘土, シルト, 砂,
 砂質粘土の互層である。各層に埋木が含まれることと泥炭質粘
 土が特徴的である。

層 (深度-18.5m ~ -39.0m): 上端と下部に貝化石を含
 み, 青灰色粘土層 (12m), 砂質粘土層 (8.5m) からなる。

層 (深度-39.0m ~ -68.0m): シルト質砂層, 青灰色粘土
 層, シルト層, 砂層からなる。青灰色粘土層で分けられた上下
 のシルト質砂層の中部に貝化石を含む。

層 (深度-68.0m ~ -104.0m): 全体に粘土, シルト, 砂の
 互層よりなる。-80mのところに約2mの厚さで埋木を含む。
 また, -90m付近に貝化石を含む。

層 (深度-104.0m ~ -135.0m): 粘土層, 砂層, シルト層,
 シルト質砂層, 小礫まじり砂層, 泥炭層などからなる。小礫ま
 じり砂層は2mにすぎない。

B-24

層 (深度0m ~ -11.8m): 地表近くの灰褐色, または茶褐色
 ~暗青灰色のシルト質粘土及び砂質シルト。

層 (深度-11.8m ~ -50.0m): 暗灰色の細~中粒砂ないし
 はシルト質細砂, 間に砂質シルトの薄層をはさむ。

層 (深度-50.0m ~ -84.5m): 灰・黒灰色の粘土, シルト
 質粘土, シルト質微砂などからなる。-67.0m ~ -75.5mに貝
 殻破片を含む。

層 (深度-84.5m ~ -152m): 灰色の粘土, シルト質粘土,
 シルト質微砂, 砂質シルト, 微砂など非常に変化に富んだ互層
 からなり, 基底部には亜炭に近い埋木層1mがはさまれる。

層 (深度-152.0m ~ -178.6m): 灰色から青灰色の粘土,
 シルト質粘土, シルト質微砂, 亜炭に近い埋木層などの互層か
 らなる。本層のコアからえられた木片で¹⁴Cによる年代測定が
 行われた。その結果, 深度-120mで12,300 B.P. -132mで
 13,500 ± 350 B.P. -155mで24,600 ± 1,500 B.P. -170mで
 25,600 ± 1,200 B.P. という値がえられている (B.P. とはbe-
 fore A D 1950と読み, before physicsの略である)。おそ
 らく深度-150mの泥炭層がウルム氷期最盛期の堆積物で, そ
 れより上位の地層がウルム氷期最盛期以後の堆積物であらう。
 この地層は図2に示す白根層に相当するものである。

B-25

層 (深度0m ~ -19.0m): 主として腐植物を含むシルトまじ
 り細砂, ないしはシルト, 粘土よりなる。

層 (深度-19.0m ~ -65.0m): -27m ~ -45mにおいて中
 砂, この上下では, 細砂, 粗砂, シルトまじり粘土からなる。

層 (深度-65.0m ~ -108.0m): 粘土と細砂の互層よりな
 る。中部と下部には腐植物を含む。

層 (深度-108.0m ~ -130.0m): 細砂または細砂と粘土の
 互層よりなり, 下部に腐植物を含む。

層 (深度-130.0m ~ -195m): 細砂と粘土の互層よりなる。
 上記3本の井戸は, 主として砂・粘土・シルトあるいはそれら
 の互層よりなるが, 岩相のちがいで, とともに 層に
 区分される。

図3の凡例

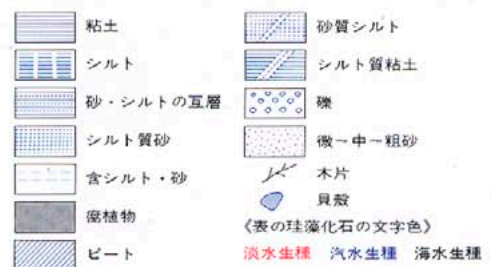


図3 - 新潟平野白根地区のボーリング・コア試料中の珪藻分析結果



砂丘と平野

新潟古砂丘グループ

芦沼 だった新潟平野

日本の穀倉といわれる新潟平野。そこには、一直線にはしる農道が続き、春には耕運機がうなり、秋にはコンバインの活躍する風景がみられる。だが、このような穀倉になるまでには、300年にわたる農民の生命をかけた水との闘いの歴史があったのである。この農民たちの水と闘う感動の記録は、映画「芦沼」として今に伝えられている(注1)。腰まで没する深田の中での田植えや、舟を使った稲刈など苦しい農作業のようすが描かれている。さらにそれらの深田は、一度水がでれば、すべての稲が流されてしまったり、海水が逆流してきて湛水し稲が腐ってしまう。春の雪どけの頃は、あたり一帯は満々と水をたたえて大きな渦になってしまうので、農民たちはこの渦に舟をだして、雪どけ水の運んできた土をとり自分たちの田に入れた。この作業は「土取り」といわれ、親から子へ、子から孫へと何代にもわたって続けられてきたという。こうした長年の努力にもかかわらず、一度水がでれば、稲も土もおし流されてもとの湿地帯にもどってしまうのであった。

かつての新潟平野には、このような湿地帯が広がっており、これを「芦沼」とよんでいた。明治の終り頃になって、蒸気機関で排水機をまわすことによって、水との闘いは大きく前進した。排水施設の完成や河川の改修工事によって、ようやく水田の基盤ができ上っていったのである。この芦沼のようすは、平野の地形や地層からも知ることができる。図1によって、平野の地形をみてみよう。この地形区分は、入手できたもっとも古い5万分の1地形図(1914年発行)を基図とし、これまでの野外調査の成果に基づいておこなったものである。また、図中に示した遺物は、新潟県遺跡目録(注2)を基にして、調査中に新たに確認したものを加えて示したものである。平野部で注目されるのは、列状をなす砂丘と広大な湿地帯、自然堤防であろう。白根の西方にある広大な湿地帯は、鍔淵周辺の湿地と湿田を示したものである。他に、鳥屋野淵や福島淵、すでに干拓された沼地など、これらはすべて標高5m以下の低地に分布しており、かつての芦沼のなごりをとどめていたものといえよう。

また、沖積面上には細長く連続した自然堤防が分布し、とくに平野の南西部で、信濃川と中ノ口川の沿岸によく連続して発達している。弥彦

山麓から中ノ口川・信濃川にかけての地域では、南から北に細長くのびて分布しており、信濃川の流路がかつては現在より西側を流れていたことがうかがえる。また、平野の北東部でも、阿賀野川や加治川が激しく蛇行して流路をかえていたことがよみとれる。こうして、信濃川や阿賀野川は、出水のたびに大きく流路をかえながら土砂を運び、その堆積作用によって平野を形作ってきたのである。

一方、地層を調べることによって、かつての芦沼のようすは明らかにされる。沖積面下には、広く泥炭の分布が知られている。この花粉分析の結果(注3)は、カシ・スギ・ハンノキが多く、現在とほぼ同じような気候下の湿地であったと報告されている。また、沖積層の上部へいくと、イネ科の花粉が次第に多くなっていることが明らかにされている。また、深いボーリング資料についてみても、珪藻分析の結果では、海水のようになってきた証拠は乏しく、淡水の卓越する水域の状態が長く続いていたと考えられている。このように、淡水の卓越する環境が早くから続いていたのは、平野の前面に形成されている砂丘などが、海水の侵入を妨げる役割を果たしてきたものと考えられている。

新潟砂丘の区分と分布

新潟平野の海岸側には、70kmにわたって砂丘が発達しており、新潟砂丘とよばれている。数多くの砂丘列があって、それらが海岸線にほぼ平行に分布しているのが大きな特徴である。このように海岸線に平行に発達している砂丘は横列砂丘とよばれている。日本の海岸ぞいに発達する砂丘の多くは、このような横列砂丘であるが、新潟砂丘のように数多くの砂丘列からなっているものは他に例をみない。平野の中央部では、10列の砂丘列を数えることができる。しかし、これらの砂丘列は平野周辺部では収斂して、それらが上下の関係で重なっている(図2)。このような関係から、砂丘列の新旧関係をきめることができる。また、砂丘の表面に形成されている腐植層の色と厚さは、砂丘列によって異なるし、砂丘砂の風化の程度にも違いがある。さらに、各砂丘からは土器などの遺物が出土しており、砂丘列形成の時期を推定する上で重要な手がかりとなっている。これらのことから、それぞれの砂丘列の古さを検討した結果、大きくは3群に区分することができる。それを、新砂丘・・とよんでいる。

新潟古砂丘グループ 長谷川正 = 新潟県立直江津高等学校教諭 木村澄江 = 新潟県立村上高等学校教諭 小林忠夫 = 新潟県立長岡高等学校教諭 岡本郁栄 = 新潟県立安塚高等学校教諭 坂井陽一 = 新潟県立村上高等学校教諭 田中久夫 = 新潟県立新潟江南高等学校教諭 歌代勤 = 新潟大学教育学部教授 (A B C 順)

新砂丘 は、もっとも内陸側に分布する砂丘列群で、4列がみとめられる。これを内陸側より、-1, -2, -3, -4とした。砂丘の表面には、色の濃い黒色腐植層があり、その下に褐色砂をとまなっている。砂丘砂は全体にやや黄色味をおび、よくしまっている。これらの砂丘の高度は、平野の周辺で高いが中央部で低くなっており、砂丘列の一部は沖積面下に埋没している可能性がある。もっとも内陸側の -1列からは、縄文前期の遺物が出土しており、-2, -3, -4列からは、縄文中期以降の遺物が出土している(表1)。

新砂丘 は、新砂丘 の砂丘列より海側で、同じく4列からなる。これを内陸側より -1, -2, -3, -4とした。新砂丘 の砂丘列にくらべて、腐植層の色はやや褐色をおびており、砂丘砂は灰白色で新鮮な感じを示す。砂丘列は、阿賀野川を境としてやや海側に突出した形をして分布している。これらの砂丘列からは、古墳時代以降の遺物は出土しているが、それより古いものは出土していない。

新砂丘 は、もっとも海側に位置し、大規模な砂丘である。2列からなり、これを内陸側より -1, -2とした。信濃川以東の砂丘列は弧状に分布しているが、信濃川以西では、1列のみでほぼ直線状に分布している。その結果、信濃川河口で海側に突出した形になっている。砂丘表面は、褐色砂がみられるのみで腐植層はみとめられない。砂丘砂は、ルーズでくずれやすい。-1列からは、須恵器や宋銭が出土しているが、-2列からは遺物は出土していない。

砂丘砂の語るもの 粒度組成

砂丘をつくっている砂は、風で運搬され堆積したものであるから、海岸の砂や川砂より均質であり、一般的に細粒で淘汰がよいのが特徴である。一見しただけでは区別のできないような砂でも、ふるいやエメリー管(注4)を使って粒度組成を調べてみると、砂にもいろいろな違いのあることがわかる。また、砂に含まれている鉱物を調べてみると、その組成にも特徴のあることがわかる。新潟砂丘の砂を調べてみると砂は何を語ってくれるのだろうか。

図3 Aおよび図3 Bは、-2列について砂丘砂の粒度組成を調べた結果である。砂丘砂の平均的な粒の大きさ(Md)と粒のそろい方()が、砂丘列の中でどう変化しているかを示したものである。これによると、信濃川河口付近でもつ

注1 = 新潟県農林部農業改良課製作の16ミリ映画・新潟県フィルムライブラリーにあり、借用できる。

注2 = 新潟県教育委員会(1966)新潟県文化財年報6。

注3 = 山田武雄(1964). 亀田砂丘における土器と花粉分布について. 新潟県地学教育研究会誌No.2, p. 54~62

注4 = 164 cmの細いガラス管でここに水を入れ、管の上から砂をおとし管の下部に沈積していく砂の体積を時間をおって調べると粒度組成を知ることができる。

図2 - 各砂丘の代表的な地質柱状図

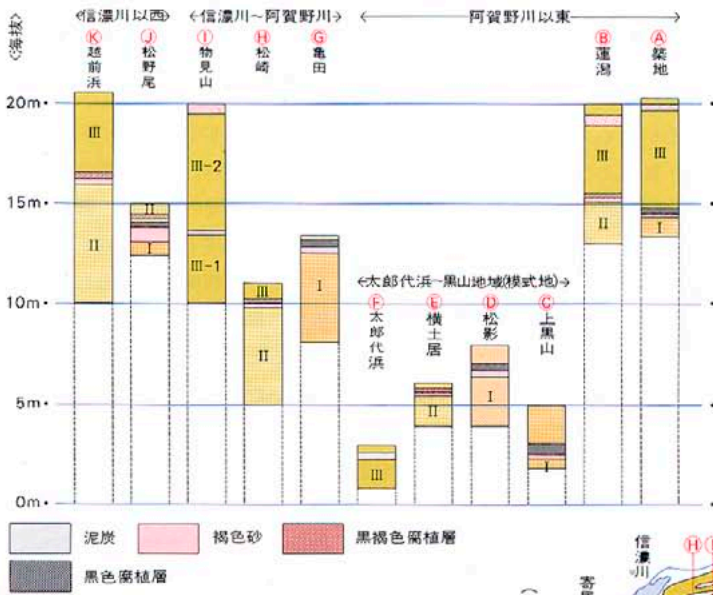
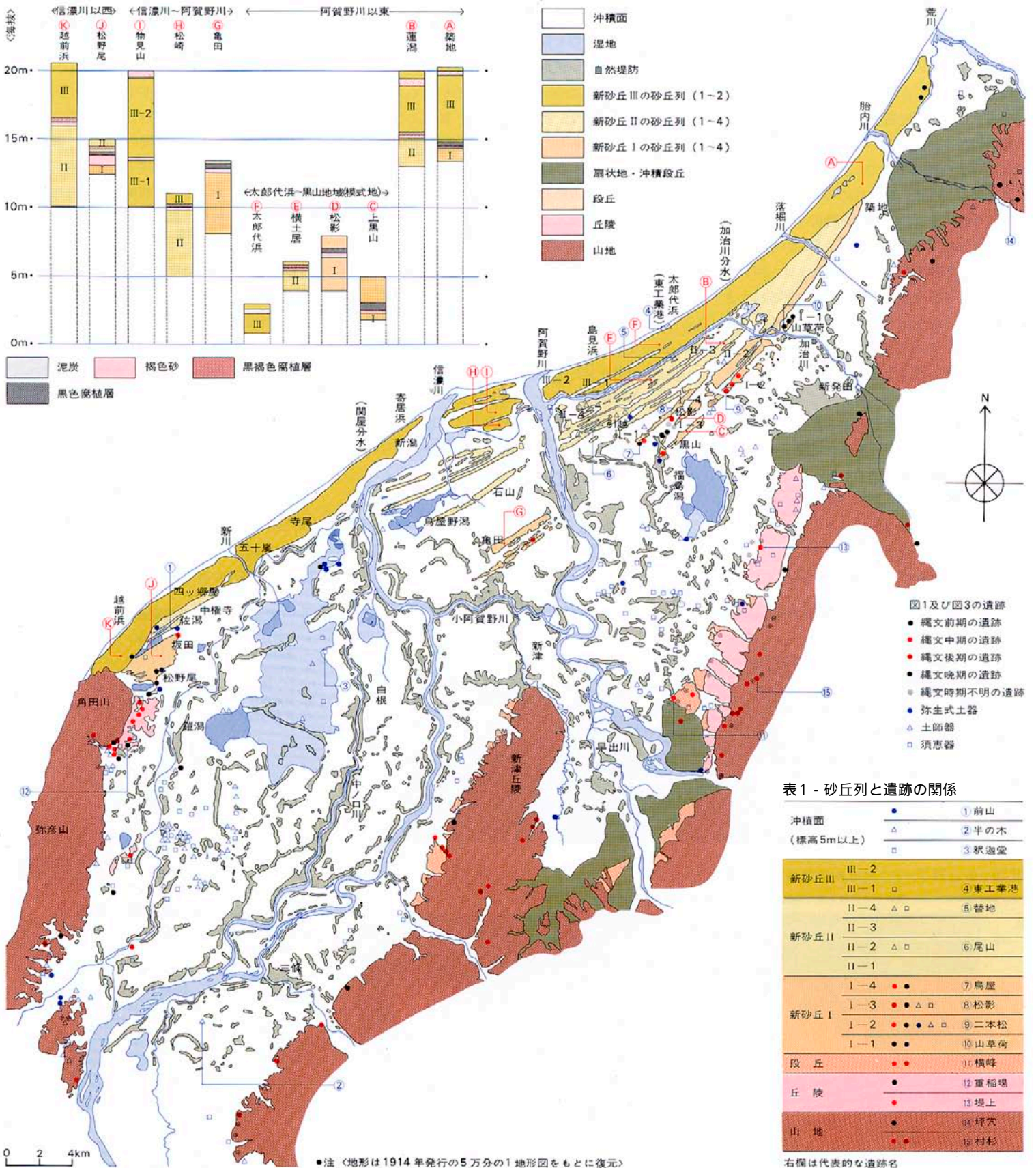


図1 - 新潟平野の地形と遺跡の分布



とも粒が粗く、河口から西へ離れるにつれて細粒になっていく。また、河口から東へ離れても細粒になるが、胎内川河口付近では急に粗粒になっている。粒のそろい方も信濃川や胎内川の河口近くでは悪く、河口から離れると良くなっている。このような変化は、海浜砂にもみられる傾向であり、信濃川から供給された砂が、海浜砂から砂丘砂になっていったことを物語っている。同じように、-2列について調べた結果は、阿賀野川がこの砂丘列を横切っている付近でもっとも粗粒になっており、そこから離れると細粒になる傾向がある。このことは、阿賀野川から供給された砂が、新砂丘の形成に大きく作用したことを示すものと考えられる。また、-2列についてみると、ここでは阿賀野川の影響と考えられるような傾向はみられない。砂丘列の東の方が粗粒になっており、砂は東から西へと供給された可能性が考えられる。

砂丘砂の語るもの 重鉱物組成
次に、砂丘砂の鉱物を調べてみよう。重鉱物だけについて調べてみた結果、砂丘砂には火山灰などとは違って多様な鉱物が入ってきていることがわかった。普通角閃石、シソ輝石、普通輝石、黒雲母、磁鉄鉱、緑泥石、緑廉石、ざくろ

図3 A - 砂丘列 -2における粒度の地域的变化 (Md)

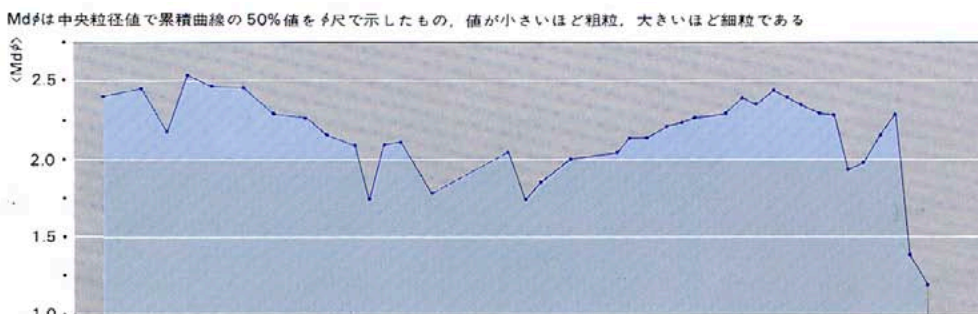
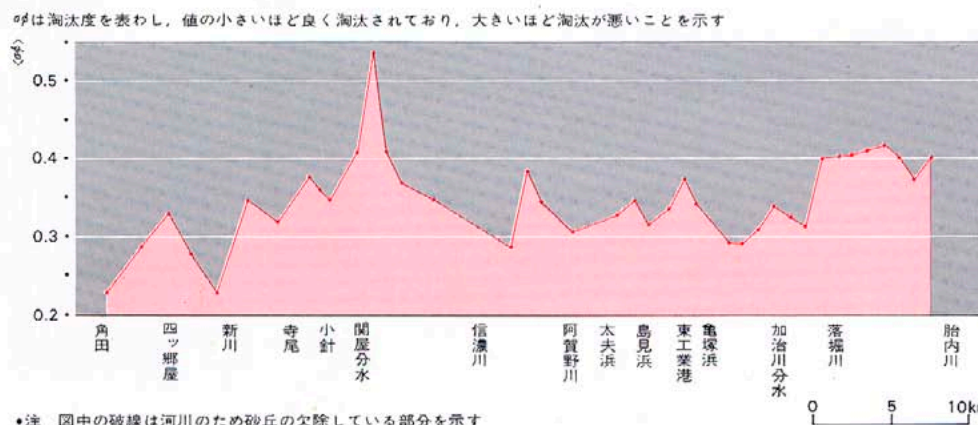


図3 B - 砂丘列 -2における粒度の地域的变化 (φ)



・注 図中の破線は河川のため砂丘の欠除している部分を示す

石、ジルコン、その他変質鉱物などがあり、岩屑や不明な鉱物もある。しかし量的にみると、これらの鉱物のうち、普通角閃石、シソ輝石、普通輝石が60~80%を占めている。そこでこの3成分の割合について図示したのが図4、図5である。図4は、新砂丘の形成による違いをみたものであり、図5は砂丘分布地域を信濃川と阿賀野川を境にして3地域にわけ、その地域的な違いをみたものである。二つの図を比較してみると、図4よりも図5の方が、よりはっきりした傾向の出てきていることがわかる。つまり、新砂丘の形成時よりも、地域ごとの違いの方が大きいことを示している。図5では、阿賀野川以東では普通角閃石の割合が多い傾向がでている。この傾向は、図4において地域ごとの検討を加えてみると、新砂丘と胎内川においてとくに明瞭である。このことから、新砂丘の形成時には、背後地に花こう岩や閃緑岩地域をもつ阿賀野川、胎内川、荒川などからの土砂の供給が大きく影響していたものと考えられる。

砂丘の基底
ところで、砂丘砂はどのくらいの深さにまで分布しているのだろうか。東工業港でのボーリ

ング試料の粒度分析結果は、図6 Aおよび図6 Bに示した。この図で、砂粒の大きさ(X)と歪度(Y)の変化から砂丘砂の下限を推定してみた。その結果、海岸側の-2列では-6mであり、-1列で-10m、-4列で-14m、-3列で-10m、調べたなかでもっとも内陸側の-2列では-16mであることが読みとれた。新しい砂丘列では砂丘砂の下限が浅く、古い列丘列でその下限が深くなっている傾向がみとめられる。このことは、砂丘の形成が地盤の沈降とかかわってきているとみることができよう。

砂丘と平野の生いたち
砂丘砂を調べてみると、新潟砂丘の形成が河川の作用を強く反映していることを示している。また、広大な新潟平野そのものも河川で作った産物である。砂丘と平野は、どのようにしてでき上がってきたのであろうか。最後にその生いたちをまとめてみよう。

砂丘でもっとも古い時代に形成されたのは、新砂丘の砂丘列である。この砂丘列は、築地から西へくるにつれて高度が次第に低くなり、黒鳥付近で砂丘列が途切れている。そして、亀田付近で再び砂丘列がみられる。築地から亀田に到る列丘列はなめらかな円弧をなしており、途

図4 - 新砂丘, 胎内川の重鉱物組成の差異

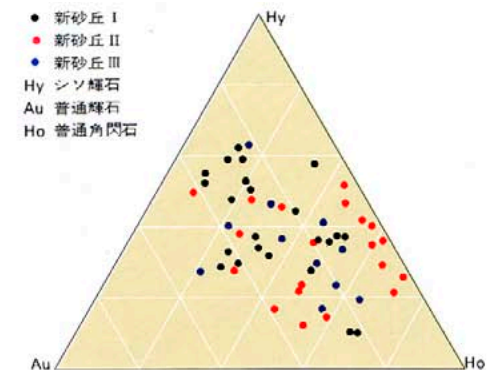
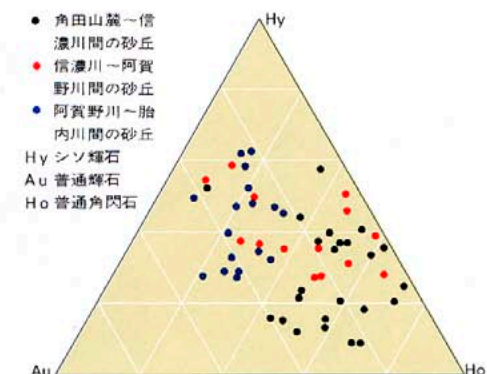


図5 - 地域による重鉱物組成の差異



注5 = 最近、緒立、長畑などで沖積面下から縄文後期の遺物が発見された報告があるが、今後検討していく必要がある。

切れている部分の一部は沖積面下に埋没している可能性がある。砂丘砂の粒度変化からみても、この円弧を切って川が流れていたとは考えにくい。したがって現在、新砂丘を切って流れている阿賀野川は、この砂丘の形成当時とは別の位置を流れていたものと考えられる。新砂丘の形成時期は、産出する遺物から推定される。

-1列からは、縄文前期以降の土器が出土しており、-1列は縄文前期末葉以前には形成されていたと考えられる。また、同じ観点から、-2、-3、-4の各列は、縄文中期以前には形成されていたに違いない。砂丘をはなれてみた場合、縄文時代の遺跡は平野周辺の段丘や丘陵・山地には分布しているが、沖積面や自然堤防上には発見されていない(注5)。このことは、新砂丘の形成当時、沖積面はもちろん現在残っている自然堤防も形成されておらず、そこは人類の居住には適していなかったと考えられる。

次に、新砂丘の砂丘列についてみよう。この砂丘列の分布をみると、阿賀野川付近で海側に突出した形をしており、砂丘砂の粒度はこの部分でもっとも粗粒になっている。このことから、新砂丘の形成当時、阿賀野川が現在の新砂丘を切っている位置で河口になっており、砂の

主要な供給源になっていたものと考えられる。この砂丘列からは、土師器・須恵器が出土しているが、それより古いものは出土しない。一方、沖積面上の自然堤防付近からは、土師器・須恵器が多く出土しているし、一部には弥生式土器も出土している。このことから、土師器が使用された古墳時代以前に、新砂丘が形成されていたし、沖積面上には、自然堤防を中心にして人類の活動が展開されていたことを示している。

新砂丘の砂丘列は、もっとも海側に分布し規模も大きい。-2列がとくに規模が大きく、高度は砂丘西端の角田浜付近で55mに達している。分布の形は、信濃川河口以東では円弧を描いているのに対して、信濃川河口以西では、ほぼ直線状のびていて、河口で海側に突出した形を示している。そして、砂丘砂の粒度はこの河口付近でもっとも粗粒になっている。これらのことから、新砂丘の形成においては、信濃川が砂の主要な供給源となっていたものと考えられる。新砂丘が阿賀野川付近で、新砂丘が信濃川河口で、海側に突出した地形をなしているが、このような地形は、波浪や流れの強い外洋へそそぐ河川では形成されにくいとされている。にもかかわらず、このような地形が形成されて

いるのは信濃川や阿賀野川の営力がいかに大きかったかを示すものと解釈できよう。砂丘砂の分析結果で、新砂丘の砂丘列は下限が-10~-16m、新砂丘の砂丘列では-6mということが推定された。このことは、砂丘の形成とともにゆるやかな沈降のあったことが考えられる。したがって、これらの大河川の急速な堆積作用と、ゆるやかな沈降によって大規模な砂州と砂丘の発達をもたらしたものであろう。

新砂丘の形成時期は次のように考えられる。

-1列で須恵器や宋銭が出土し、-2列からは遺物は出土していない。また、これらの砂丘間低地の泥炭による¹⁴C年代は、630±90 Y.B.P.であった。これらのことから、-2列は、おそらく室町時代以降に形成されたものと考えられよう。この頃になると、沖積面上も埋積がすすみ、あちらこちらに芦沼のような低湿地ができる状態になったであろう。そして、このような土地が、はじめに述べたように農民のたえざる努力によって水田に作りかえられ、今日の穀倉地帯ができ上っていったと考えられるのである。

図6C - 東工業港ボーリング地点

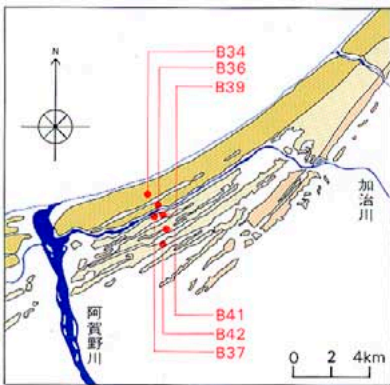


図6A - 東工業港ボーリング試料の粒度分析結果 <平均値・x>

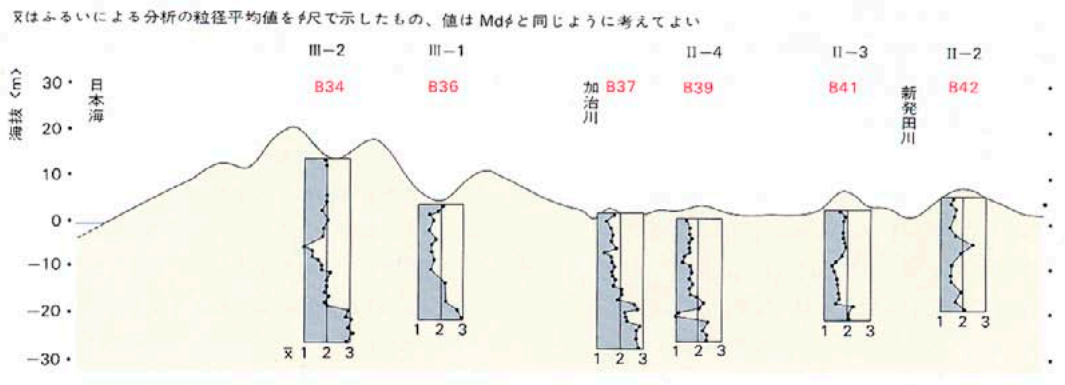
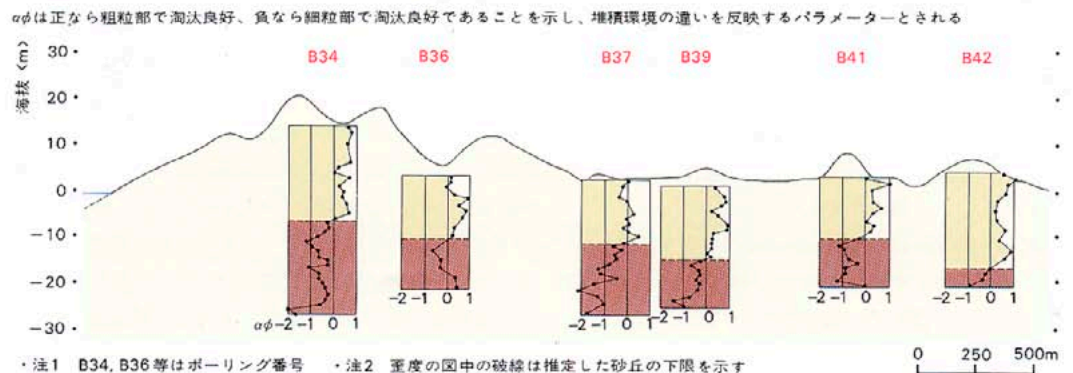


図6B - 東工業港ボーリング試料の粒度分析結果 <歪度の変化・y>



・注1 B34, B36等はボーリング番号 ・注2 歪度の図中の破線は推定した砂丘の下限を示す

信濃川・阿賀野川流域の先史文化

小林達雄 = 国学院大学文学部助教授(考古学)

信濃川・阿賀野川流域へのヒトの登場

地盤の隆起や沈降運動、侵食や堆積作用によって生じる地形の変化は、人間の居住の場や生産活動の場に密接な影響を及ぼすが、とくに汎世界的な気候変化が惹起する問題は深刻である。約2万5千年前、日本列島に人類が登場して各地にその遺跡を残したが、ちょうどこの時期は、氷河時代最後のウルム氷期最盛期を迎える頃であった。氷河の発達につれて海水が減り、海水面は約130mも低下した。日本の海岸線は、全体に沖合に張り出して現在の姿よりもはるかに膨らんでいた。北海道は、陸化した宗谷海峡(水深60m)と間宮海峡(水深20m)により、樺太経由で大陸と連結した。このフリーウェイは、季節ごとに群れをなして移動する各種動物の往来に利用され、その獲物を追ってヒトもまた日本列島に渡って来たのである。やがて、信濃川・阿賀野川流域の河岸段丘に姿を現わした彼等は、津南町一帯および新発田市周辺、さらに五十嵐川などに分け入って、そこを本拠地として長らく活動を繰り広げたのである。

信越国境の津南町遺跡群には、神山、貝坂、榎ノ木平遺跡などがあり、長野県小坂遺跡や野尻湖底杉久保遺跡およびその周辺一帯を含めて安定した領域が維持されていた。このうち、神山、貝坂、杉久保などがほぼ時代を同じくし、石刃と杉久保型ナイフ、神山型彫刻器を保有する。一方、小坂遺跡は前者の石器群に比べると、ナイフ形石器は柳葉形からやや幅が広くなり、神山型彫刻器や石刃のほか、新たにエンドスクレーパーや小坂型彫刻器を加えた。なお榎ノ木平は、ナイフ形石器の形態において、両者の中間の様相を示す。これらは何れも、石刃技法を石器製作の基本とするものである。主に頁岩を用いるが、和田峠、霧ヶ峰方面から入手した黒曜石でナイフ形石器を作る場合もある。しかし、神山型彫刻器および小坂型彫刻器はもっぱら頁岩のみによって作られ、黒曜石は用いられていない。また、エンドスクレーパーには頁岩・黒曜石がともにあり、後述の東北地方では玉髄も用いられる。当時すでに岩石の性質が、石器の用途との関係において見定められ、使い分けられていたことを知るのである。

この津南町遺跡群と地域を異にして併存する遺跡群としては、新潟県北端の荒川中流域、横道・東山・平林遺跡その他を擁する山形県小国町一帯があり、ともに神山グループと小坂グループ

の二期にわたり、それぞれの石器組成も津南町の石器群と共通する。両地域が密接な関係を維持し、広域な文化圏を形成していたことを物語っている。また純粋な神山グループを欠いて小坂グループを主体とする遺跡群は、山形県新庄盆地の周縁台地、岩手県北上川中流域の段丘地帯その他が東北各地に点在し、西は富山平野を囲む丘陵地帯に及ぶ。新潟県内においても、三条市東方の五十嵐川流域と新発田市近くの阿賀野川下流域一帯に中心地が出現した。

ナイフ形石器とその文化圏

このように神山・小坂グループで代表される石器群は、東北全域から新潟・富山を含む広域に及び、関東・中部山岳地帯の幅広い黒曜石製を中心とするナイフ形石器の分布圏と対立するのである。さらに東海・近畿から中国地方および九州にいたる各地にも幾つかの遺跡密集地帯があって、各々特徴的な石器や石器の組合せおよび独特な製作技法を発達させていた。(図1)しかしまた、これらのいずれもがナイフ形石器を保有するという共通性をもっているのである。ナイフ形石器は、剥離したままの薄く鋭い縁辺を刃部とし、その他の周縁部や基部に細かい加工を施して背に仕立てるのである。大形の類は、単独で掌にもって用いられたか、短かい柄に着装される場合があったのであろうが、ときには、長い柄の先端部や側縁にはめこまれて組立て式の槍として狩猟に用いられたものと推定される。また、弓矢の鏃であったとする説もある。ナイフ形石器の大小および形態の差異の変化などは、それらがさまざまな機能を果すものであったらうことを容易に想像させるが、当時すでに旧石器人が弓を装備していたかどうかは大問題となる。これに関しては、最近進められている石器に残された使用痕の研究などによって、その詳細が見究められるのも遠いことではないかもしれない。

大陸にまたがる細石刃文化

このようなナイフ形石器が1万年以上もの長きにわたって作られている間、気候は好転の一途を辿り、温暖化が進み、海水面上昇が続けた。そしていよいよ洪積世が終幕を迎えようとした頃、再び一時的に寒波がぶり返したが、石器の上にも大きな変化が起きた。ナイフ形石器は遂に長い歴史を閉じて姿を消し、かわって細石刃が登場し、全国を席捲したのである。細石刃とは、長さ2~3cm幅3mm前後の超小形の石刃

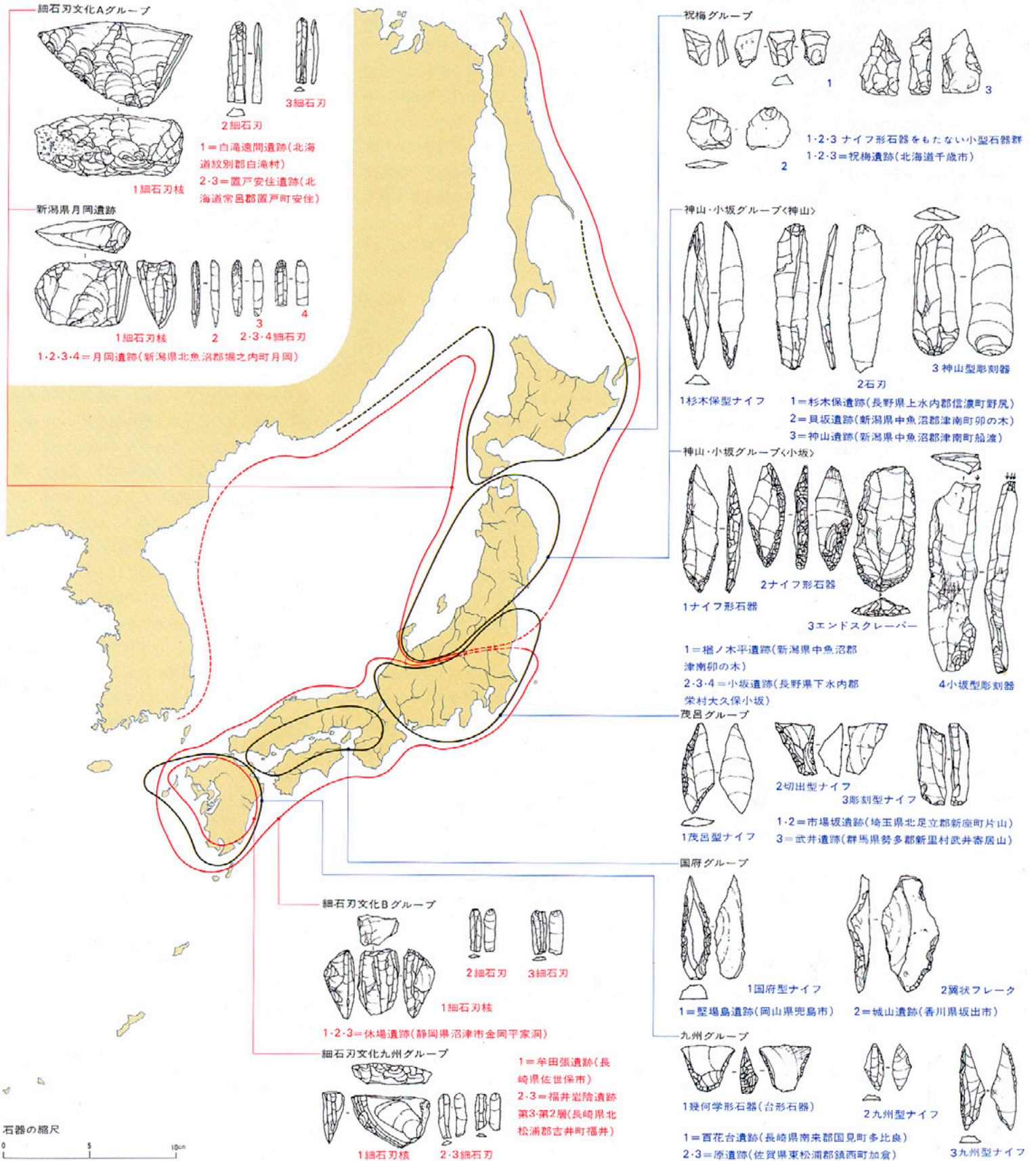
を大量に用意し、骨や木の軸に刻んだ溝に並べて植えこんで、いわゆる組立て式の槍を作るものである。刃を植えこむ流儀は、小形のナイフ形石器においても応用されていたものとも考えられるが、適当な按配で植えられた刃は、しばしば動物の体内に多数残って傷口を広げ、出血を誘って死に至らしめるという強烈な武器となるものであった。

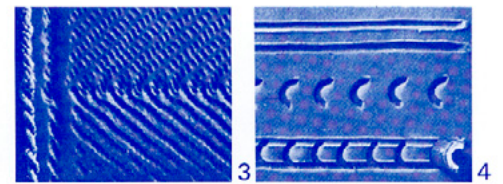
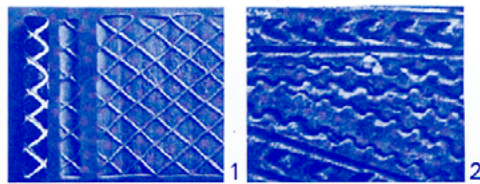
この細石刃を作り出す方法にはいろいろあったが、大別すればA・Bの2種類に分けられる。A種は、あらかじめ大形の両面加工品を用意して、それを割りにとって設けた打面から連続的に細石刃を剥取する方法で、細石刃核は舟底形あるいは楔形を呈する。一方、B種は円錐形あるいは半円錐形の細石刃核から細石刃を剥取する方法である。信濃川と魚野川の合流点に位置する荒屋遺跡は、A種の製作技法をもつ代表的な石器群を示し、同類の石器群がほかにも魚野川や五十嵐川流域に各々2ヶ所以上づつ発見されている。阿賀野川流域では未発見である。

この文化は、先行の神山・小坂グループの分布圏に重なって東北地方全域と新潟・北陸地方に及び情勢をみせ、さらに津軽海峡を越えて北海道で多数の遺跡を残した。しかも、樺太のウシキ遺跡やアラスカのオニオンボーテージ遺跡、シベリア各地の遺跡など亜極北地帯に広がる文化に共通するもので、日本列島における先史文化のうち最も国際色豊かな文化といえることができる(図1)。なお中部山岳地帯から南関東以西に盛行するB種の製作技法との境界は、ナイフ形石器の時代におけると同様に、信濃川をさかのぼった信越国境、積雪地帯と無雪地帯との境界にあたり、この気候及び地形条件が当時の領域を左右する原因となっていたことがわかる。縄文文化のはじまり

細石刃文化の普及後間もなく、全国各地にいくつかのあわたたしい動きが相次いだ。とくに、土器の登場は日本先史時代における最大の歴史的事件であった。長崎県福井洞窟の発掘によれば、土器をもたない細石刃文化層に続いて土器をもつ細石刃文化層の存在が確認され、細石刃文化を荷担していた旧石器人の間に土器製作が開始されたことを如実に示してくれたのである。ほぼ同じ頃の東北地方から新潟県にかけては、細石刃の製作が中止され、代って大形石刃や片刃局部磨製石斧、大形石槍などを組合せとする新しい石器群が現われている。そしてやがて九

図1 - 石器形態にあらわれた旧石器時代の地域的特性





州方面から土器製作の技術を受容するにいたるのである。それとともに、細石刃など旧石器時代以来の伝統的な石器は姿を消し、二度と現われることもなくなった。そして、これまでにはみられなかった新しい種類の石器が続々と登場するのである。即ち先にあげた大形石槍などの石器群のほか、有舌尖頭器、両面加工の植刃、断面三角形や四角形の鑽状石器など独特な形態の石器である。しかしこれらの石器群は、出現して間もなく短期間のうちに泡沫のごとくに消えて、その後の縄文文化に定着することもなかった。まさに旧石器文化の終末から縄文文化の確立にいたる激動の縄文文化草創期であった。縄文時代草創期

阿賀野川支流の室谷川沿いに所在する小瀬ヶ沢洞窟や室谷洞窟は、この時期の代表的な遺跡であり、信濃川流域の長野県石小屋洞窟や荷取洞窟などとともに、新潟平野の奥懐部が当時の一大中心であったことがわかる。さらに山形県高畠町の日向洞窟をはじめとする草創期の洞窟群などを加えると、この日本海側の地方こそが縄文文化確立へ向かって主役を演じた舞台であったのかもしれない。これに関して、奈良・平安時代において、渤海国から34回にもわたる来朝に利用された日本海航路の縄文版を想定して、直接大陸との間に交渉があったとする説が提唱されている。しかし、それを裏付ける証拠調べは依然成功していない。

土器の効用

土器の製作とその普及は、縄文人に大きな影響を与えた。土器を用いた料理によって、生のままでは口にすることが出来なかった植物の種類が食用に供され、食料品リストは一挙に数倍に増えたとみてよいであろう。これに伴い、栄養摂取の面においても、衛生学的にも、効能絶大なるものがあり、ひいては彼らの寿命を保証してくれたのである。こうして、例えば縄文人集団は、ときには足手まといになりかねない働き盛りを過ぎた老年層をも抱えてゆく余裕をもつことができた。この老年層こそ、積年の文化を支え、かつ次代への継承に最も適した人々であり、縄文文化の蓄積は、着実に果されることになったのである。(以下、裏表紙裏面の縄文土器編年模式図を参照)

縄文時代早期

時あたかも、気候が温暖に向かいはじめた頃、縄文時代早期の幕が開いた。土器の形態は、草

創期の方形平底から尖底砲弾形の深鉢へと変化して全国的に普及した。土器の製作量も大幅に増え、地方的に特色ある土器様式が発達した。とくに器面全体を縄目文様で飾る燃糸文系土器様式は、南関東を中心に盛行し、この地域に多数の遺跡を残して一大中心地の観を呈した。北関東から中部山岳地帯にもその波及は認められ、さらに阿賀野川流域の室谷洞窟は、その分布圏の外縁に位置しながらも、土器の出土量も多く、当該地方の中核的な本拠地となっていたことがわかる。しかも、本場に比べて、全体が薄手作りで、稀に口縁部に縄を押圧した装飾帯を設けるなどの地方的な独自性が発揮されている点は注目されよう。しかし、極めて少数ながら、関東の井草式土器や稲荷台式土器が混じっており、直接彼地からはるばる搬入されたのか、それとも室谷を訪れることとなった関東縄文人の製作になるものか興味ある問題である、この間の事情については、当時における往来交渉あるいは婚姻の問題などもかかわるであろう。なお、信濃川沿岸にも断片的な資料が発見されているが、いずれも燃糸文系土器様式の終末に近い稲荷台式土器の仲間である。

早期中頃の押型文土器様式の代表的な遺跡に津南町卯の木遺跡があり、その復元土器は有名である(56ページカラー写真)。この一帯の河岸段丘には多数の遺跡があり、全国的にも有数な中心地の一つを形成した。信濃川を下って、小千谷市域から長岡市の丘陵地帯までその進出がみられるが、さらに丘陵部が信濃川筋から遠く離れたいわゆる新潟平野の出口付近から下流部には未発見である。これらの遺跡群および阿賀野川上流域の押型文土器様式には、菱目文など独特な原体が保有され、信越国境を越えて中部山岳地帯に広がるもう一つの遺跡密集地帯とは区別される主体性の確立をみる。一方、東北地方では綾杉状の文様を主体とする押型文土器様式が行われていたが、短期間のうちに貝殻沈線文系土器様式に交替する。室谷洞窟などには、その様式の古い仲間＝田戸下層式があり、続いて田戸上層式はさらに富山県・岐阜県方面にまで達した。押型文土器様式以降の新潟県地方は、小規模な遺跡がわずかに知られているだけで、この情勢は、早期末から前期前半まで続く。とくに関東・東海地方などにおいて早期末の貝殻条痕文系土器様式が発達し、多数の遺跡が残されていることと対照をなす。

縄文時代前期

世界的な気候の温暖化は、やがて最高頂に達し、高山を覆っていた氷河は融解して海水面は上昇し、海は谷筋深く侵入していった。ヨーロッパなどで新石器時代の汀線=Neolithic beachと呼ばれる、いわゆる縄文海進最盛期の到来である。この時期には、例えば東京湾の最も奥に営まれた藤岡貝塚(栃木県都賀郡藤岡町)は、現在の海岸線から50kmも入りこんだ位置にあり、ヤマトシジミに混じって、現在の分布北限をこえるハイガイなどが発見されている。当時が現在よりも温暖であった証拠は、佐渡の国中地方の海成層にもみられ、現在では佐渡のはるか南方にしか生息しない小型有孔虫の化石が大量に含まれていることからよくわかる。

こうした温暖気候下の縄文海進だけなら、関東地方や仙台湾など太平洋岸に多数の貝塚が形成され、縄文社会は早期以来の海産資源の開発に本格的に乗り出す一面をみせるにいたった。しかし、新潟県を含む日本海側には、前期のみならずそれ以降の晩期にいたるも、貝塚の数は甚だ乏しく、太平洋側とは事情を大きく異にしていた。貝類は、屈曲が多く遠浅の海岸によく生息するが、日本海沿岸の多くはその条件に欠けていることが原因の一つとされるであろう。いずれにせよ数少ない貝塚にあって、信濃川および阿賀野川本流域からはずれて所在する刈羽郡の刈羽貝塚や北蒲原郡の貝塚は重要である。前者は前期、後者は中期に属する。

前期前半には、羽状縄文系土器様式が東日本全域に行われ、新潟県地方はその南限あるいは西の境界にあたる。胎土に繊維を含み、器面を羽状縄文で飾る点を特色とし、さらに口縁部文様帯の発達を示す。やがて前期中頃になると、胎土に繊維を入れる手法は廃れ、竹管状の中空の茎を縦割りした工具を用いて、平行沈線や連続爪形文で文様を描く諸磯様式が登場し、関東中部地方に普及する。この影響は長野県方面から信濃川筋を下って新潟県に伝えられるが、隣接の富山県地方には西方からの北白川下層様式の勢力が強く張り出していた。またもう一方の山形県地方は、東北南部の太木様式の分布圏に収まっていて、新潟県地方をとり囲む恰好をみせていたのである。なお、新潟県に波及してきた諸磯様式は、それまでの縄文土器が草創期以来長らく煮炊き用の深鉢一本槍であったのに対して、他に先駆けて、浅鉢や台付鉢など盛りつけ

- 写真1 = 回転押型文の原体(山形文)とその施文
- 写真2 = 貝殻沈線文
- 写真3 = 羽状縄文・右撚りと左撚りの撚紐を結んで施文
- 写真4 = 平行沈線と爪形文・竹管状の中空の茎を縦割りした原体で施文

図2 - 阿賀野川流域の遺跡

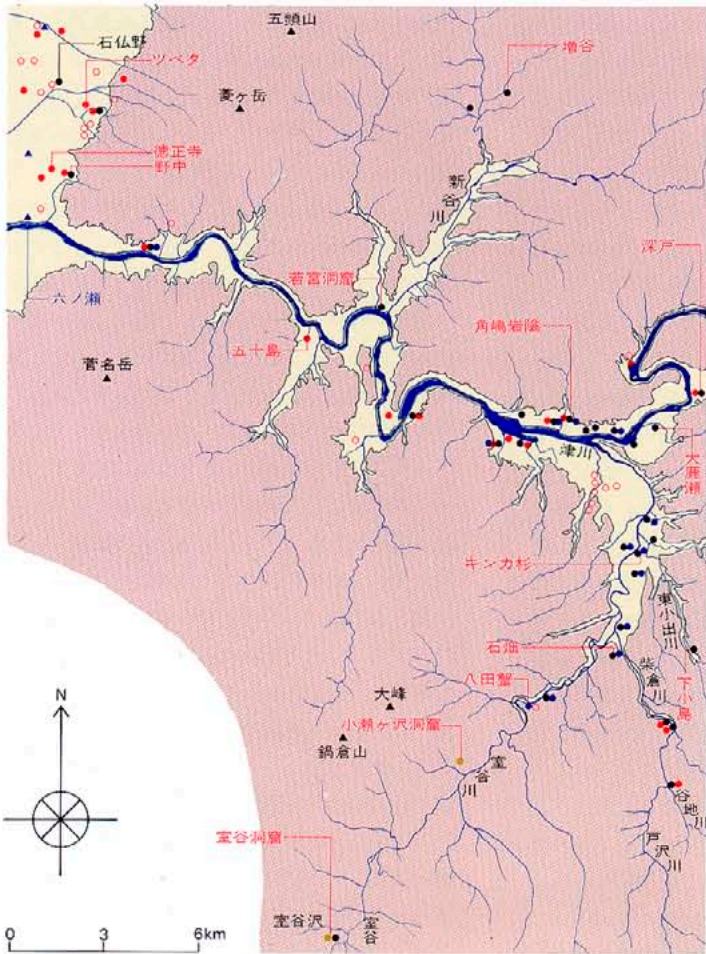


図4 - 新潟県下の主な遺跡

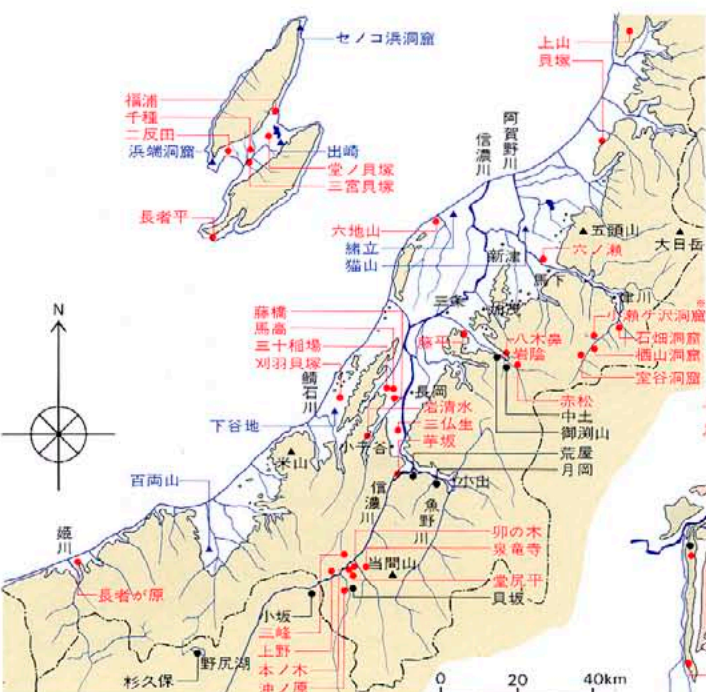
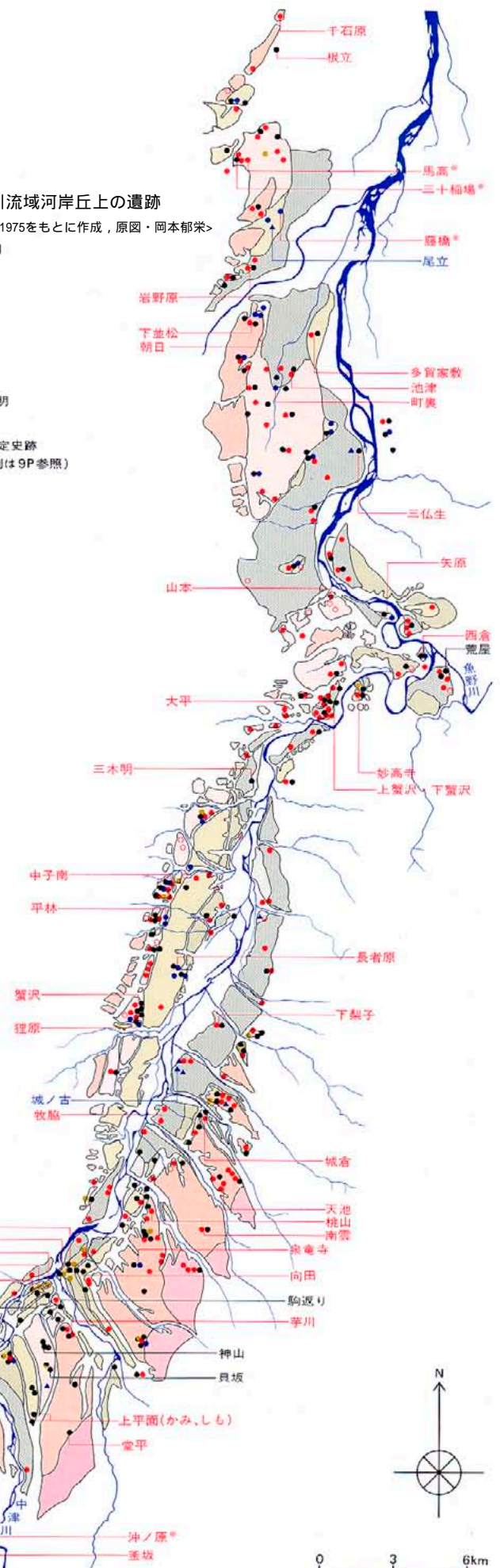


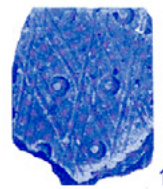
図3 - 信濃川流域河岸丘上の遺跡

<新潟県遺跡地図1975をもとに作成, 原図・岡本郁栄>

図2・図3の凡例

- 旧石器
- 縄文早期
- 縄文前期
- 縄文中期
- 縄文後期
- 縄文晩期
- 縄文時期不明
- ▲ 弥生
- 国及び県指定史跡 (段丘の凡例は9P参照)





用の器種をはじめて保有したのである。この新風は、近畿地方の北白川下層様式などにも興ったが、それ以西の中国・九州地方や東北・北海道へは、中期中葉以後ようやく到達する有様であった。この観点からすれば、諸磯様式圏の先取性がよくうかがわれるのである。新潟県地方は、先述のごとくこの分布圏に属しながらも、殆んど末端に位置し、遺跡の数も関東・中部地方に比べて少なかった。しかし、関東地方には殆んどみられないモチーフが、長野県北部、信越国境から信濃川流域などに行なわれ、独自性が発揮されていた。即ち例えば、口縁部文様帯に半截竹管による平行沈線で斜格子目文を描き、その交点または斜格子目の中に円形竹管文を配するものである。この類と同巧異曲のものは関東・飛騨地方にみられるが、それらは斜格子目のみで円形竹管文を欠いており、容易に区別される。(欄外写真参照)

縄文時代中期

前期以来の温暖気候は安定し、西日本全域から東日本の仙台付近にいたるまでの平野部周辺に温帯性の植物が広がってきた。とくにこれらの植物相を構成するクヌギ・ナラ・カシ・シイ類がもたらす各種のドングリ類、またクリ・クルミ・トチなどは、縄文人の食料として大いに役立てられたと推定される。しかも、クヌギやナラのドングリ類が、水さらし法あるいは加熱処理によって有効に利用されるようになったのも中期に入ってからで、保存のきく植物質食料への依存度が増すとともに、食生活全体の安定がさらに進んだとみなされる。

中期に入ってから、全国的に遺跡が増加しはじめ、とくに中期中葉に急激にその数を膨らますのは、如上の自然的背景とも密接に関係するものと考えられる(図5参照)。

遺跡の数と人口数は正確に正比例するとは限らないが、一応の目安を示すものとする、中期になって人口が著しく増大したことは明らかである。このことは、早期以来、信濃川・阿賀野川2大河川の本流域から次第にその支流にも広まりつつあった遺跡が、中期には逆転して、支流沿いの遺跡数の方が本流沿いよりもはるかに上回る現象となって現われてくるのである。このことは、縄文中期人が、支流の数々をあますことなく、その活動の舞台を拓いていったことを物語るにほかならない(図6参照)。同様の状況は、新潟県をとり囲む各地方においても

認められる。南に接する富山県地方では、若干の差異を含みながらもほぼ共通する土器様式、新保・新崎様式を発達させ密接な関係を示している。一方、信濃川上流域から東の中部山岳地帯は、勝坂式から曾利様式を独自に維持して、終始新潟県地方の様式とは相容れないのである。また、北の山形県地方および阿賀野川上流域の会津地方は、もう一つの大木様式の圏内に属して、新潟県地方との境界線が引かれていた。土器様式とは、土器作りに必要な粘土に調合する混和材の種類や分量などにはじまって、粘土のこね方やねかしの期間、さらに成形の方法、文様モチーフや施文具の種類や動かし方、焼き方にいたる流儀の総合であり、各々の流儀によって独特な効果が発揮される。描かれる文様モチーフは勿論のこと、土器の形態や焼上りの色調、器肌の質感や手ざわり、土器の厚さなどに至るまで、一見してそれとわかる顔付きを備えるのである。縄文土器の製作者は、各々が属している集団の流儀に則って土器を作り上げるのであり、結果として、共通の雰囲気をかもし出すのである。従って、一定の様式のひろがりとは、そうした雰囲気をよしとする共通の信念なり、思想あるいは好みを有する集団のまとまりの存在を意味するのである。即ち、新保・新崎様式を維持する信濃川・阿賀野川流域の集団は、これを共有する富山県方面の集団と密接な関係を保ち、他方では、信濃川あるいは上越の荒川筋などを通じて長野県方面の勝坂様式を保有する集団を控え、さらに北の海岸線と阿賀野川筋を通じて大木様式を保有する集団と接するという形勢にあったのである。換言すれば、富山県方面との密接な情報のやりとりをしながら勝坂様式圏や大木様式圏における信念を異にする別世界の存在を認識していたという事実を知らねばならない。加うるに、東北地方北部に分布圏をもつ円筒土器様式が、はるばる日本海を南下して北蒲原郡貝塚に出現しているのは極めて注目される。土器がひとりで海を渡ってきたり、空駆けてきたのではなく、当然彼地の人の手で運搬されてきたものであり、もう一つのはるかなクニの情報を携えてきたとすべきであろう。山形県の海岸部はもとより内陸部においても、殆んど円筒土器様式の搬入品のみられないことからすれば、中間に位置する山形県地方を横目でやり過しながら、直接海路を新潟県地方に向けてきたのである。かくして、新潟県から富山県

地方にかけての新保・新崎様式のなかに、円筒土器様式圏で発明され人気のあった木目状燃糸文が大幅に採用されるにいたるのである。しかし、中間地帯の山形県など大木様式には、全くその片鱗さえも窺えず、まさに縄文時代の遠交近攻をみるごとくである。

とにかく、中期に入ってから新潟県地方は、地続きで接触する周囲からの情報にとどまらず、海をへだてた東北北部の円筒土器圏とも特別深い関係を維持していたことが、遂に中期中葉に至って、全く新しい火炎土器様式を創造する活力となったものと見なされるのである。即ち、円筒土器様式・大木様式・勝坂様式など全く異なる各様式を知りながら、いずれにも偏らず、しかも旧来の新保・新崎様式を共有していた富山県地方からもはっきりと区別される新様式としての火炎土器様式の創造に成功したのは、まさに縄文越後集団の面目ともいふべきであろう。なかでも、信濃川上流の津南町沖ノ原遺跡にはじまって、下流に向かって点在する中里村森上遺跡、長岡市馬高遺跡、あるいは阿賀野川沿いの五泉市大蔵遺跡、その他、糸魚川市長ヶ原遺跡や佐渡の長者ヶ原遺跡などが中核的な根拠地として栄えていたとみられる。この縄文越後集団連合は、たとえば遺跡を多数残したことに窺われるように、おそらく全国的にも有数な高い人口密度をもち、信濃川・阿賀野川その他の河川とその支流にいたる隅々にまで居住して活況を呈していたことは容易に推測されるのである(図7参照)。この勢いは、周辺地域の集団の土器にも火炎土器様式の影響を強く与えるなど、実際的なかたちでも表わされている。即ち、山形県鶴岡市岡山遺跡の火炎土器様式や阿賀野川筋をさかのぼって会津地方の大木様式に採用された火炎様式特有の大形突起の存在を知るのである。

中期の新潟県地方にとって、もう一つの重大事を忘れてはならない。それは、糸魚川市長ヶ原遺跡の集団が、この頃になってはじめて姫川上流に原産地をもつヒスイの存在に注意を向けようになり、その神秘的な青色に特別な意味をこめたのもあろうか、盛んにヒスイの玉作りをはじめたことである。そしてヒスイの大珠などは、火炎土器様式の越後集団のクニにとどまらず、隣接の富山県地方や勝坂・曾利様式の長野県方面はもとより、さらに遠隔地にまで伝えられていった。このヒスイの道とヒスイを媒

写真1 = 平行沈線の斜格子目の中に円形竹管文が配されている。

写真2 = 火炎土器の文様展開写真

介とするクニグニの関係は、後期以降晩期に至るまで、さらに根強く維持されてゆくのである。縄文時代後期

後期に入ると、中部山岳地方の亜高山性針葉樹が1400m程まで下ってきており、現在の1600mの下限線よりも一段と冷涼化したことを示している。それかあらぬか全国的に遺跡数が減る傾向をみせ、とくに中期に隆盛をきわめた長野県地方の凋落ぶりが著しい(図5参照)。東北地方においても遺跡は減少するが、その程度は低く、しかも岩手・青森県など東北北部にいくに従ってさらに変化は小さくなる。一方、千葉県だけは中期よりも後期に入って、逆に遺跡数を増加する唯一の例外的地方であり、大環状貝塚の形成にみられるがごとき安定した海産資源の確保によって、汎日本的趨勢の域外にとどまることができたのであろう。

新潟県地方もまた、後期に入ってやや遺跡の数は減ったものの、依然相当数の遺跡が引き続き営まれており、中期以来の人口も維持されていたとみられる。そして、新たに独特な刺突文で器面を飾る三十稲場様式を生み、佐渡を含めて安定した領域を形成した。この様式では、広口の甕と土製蓋を特色とし(56ページカラー写真

参照)、とくに蓋とその文様は阿賀野川を通じて、会津方面から磐城の海岸地帯にまで採用されるほどであった。しかし、後期の隆盛もつかの間、後期中葉には遺跡数は半分以下に急落し、それまで維持されていた三十稲場様式の独自性も失われ、さらに新様式を主体的に創造する気配もなくなった。そして関東地方に出現した加曾利B様式をそのまま拝借して間に合わせるといった状態を示すのであった。

晩期および縄文文化の終焉

晩期になってからも、遺跡の減少は進み、晩期全体でろうじて後期後半期の遺跡数を維持する有様であった。また、東北地方の亀ヶ岡様式が山形県方面および会津ルートから侵入し、阿賀野川・信濃川両流域一帯を席捲したが、上越の荒川流域はむしろ長野県方面の様式と共通して対照をなした。九州に上陸した稲作りと鉄の弥生文化は急速に北上し、晩期後半には東海地方に達し、その情報はさらに東の地方に伝えられた。儀式や呪術に関係すると思われる土版や石剣・石冠など最も縄文的な道具が次々と東日本から姿を消すのは、弥生文化の干渉による縄文世界の崩壊を意味するにほかならない。

図5 - 縄文時代遺跡数の時期別・県別にみた増減

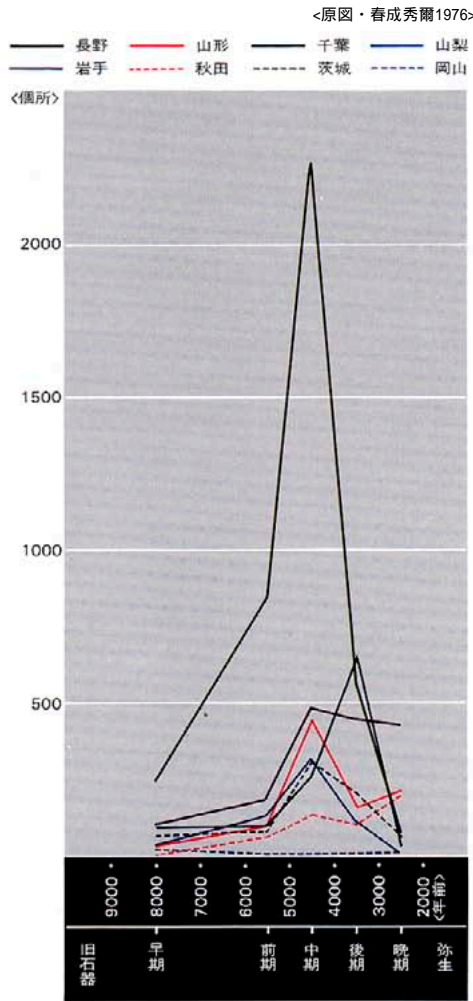


図6 - 信濃川本流・支流域における各期遺跡数

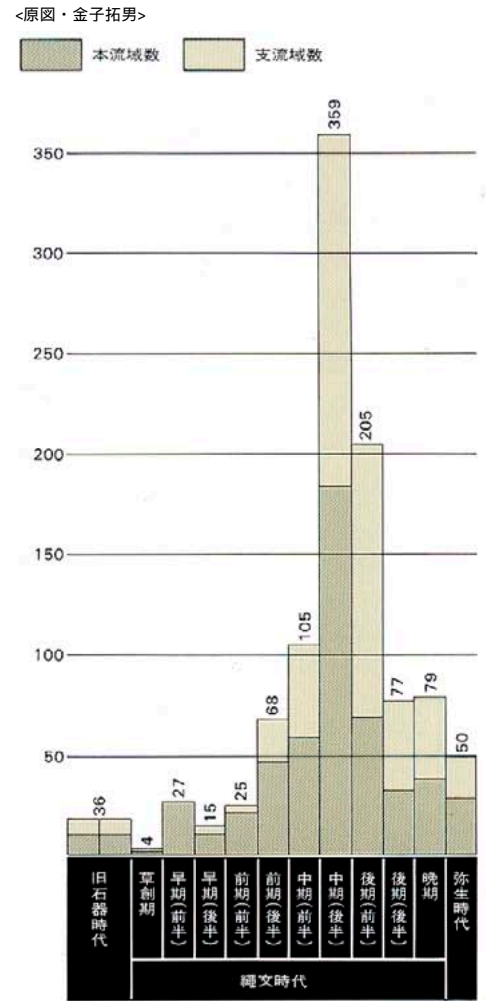
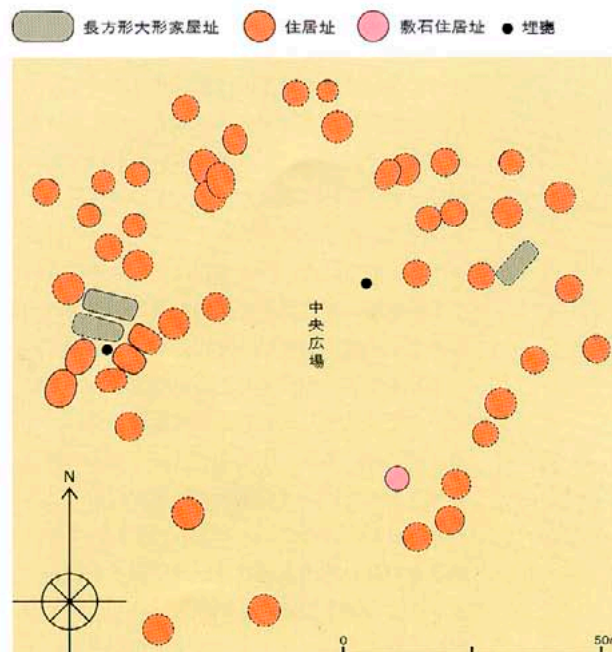


図7 - 縄文モデル村(沖ノ原遺跡集落跡・縄文時代中期)



3 新潟平野の形成とその災害をめぐって

新潟平野の地形的特徴とその形成過程

地震とその災害

新潟平野の地盤沈下

新潟堆積盆地 その背景と発達史

出席者 <アイウエオ順>

青木 滋 = 新潟大学災害研究センター助教授

歌代 勤 = 新潟大学教育学部教授

高野武男 = 新潟県立高田高等学校教諭

茅原一也 = 新潟大学理学部教授

長谷川正 = 新潟県立直江津高等学校教諭

長谷川康雄 = 新潟県立高田盲学校教諭

藤田至則 = 新潟大学災害研究センター教授

新潟平野の地形的特徴とその形成過程

洪積台地をもたない広大な沖積平野

編集 本日は、新潟平野を中心にいろいろとお話しをお伺いしたいと思います。最初に高野先生からお願いいたします。

高野 別に越後平野ともよばれる新潟平野は、東側と南側は越後山脈と魚沼丘陵によって、西側は弥彦山地と東頸城丘陵^{くびき}の北端部によって境され、日本海沿岸にそって南西から北東に細長く広がる海岸平野です。その面積は約2,030km²、わが国の平野の中では屈指の大きさをもっています。

図1・1が新潟平野の地形分類図ですが、図にみるように新潟平野というのは、そのほとんどが沖積図で占められています。ご存知のように関東平野などは、洪積台地と沖積低地の2つの面から成り立っていますが、新潟平野の場合には洪積段丘は、南端部の小千谷市周辺から長岡にかけて発達する以外は、新津丘陵と笹神丘陵の西側、新発田市東方などにみられるだけで、その面積もきわめてわずかです。しかもこれらの洪積段丘は、著しく平野に向かって傾斜し、先端部が沖積面下にもぐっている。そして多くの場合、低位段丘の発達がみられないという特徴をもっています。

沖積面のほとんどがはんらん原

それに加えてもう一つ特徴的な性格があります。だいたい新潟県下の平野の沖積面というのは、地形からいいますと3面に分かれるように思われます。高い部分 つまり、沖積面でも古い時代に形成された地形面は段丘化していて、これが沖積段丘^{はんらん}の上位面と下位面の2つに分けられ、その下に氾濫原が広がっているわけです。高田平野では、沖積面のほとんどが沖積段丘の上位面で占められているのですが、ところが新潟平野の場合には、沖積段丘は図にみるように小千谷地域、阿賀野川と早川の平野への出口、加治川の中流、胎内川と荒川の間地域などにしか分布せず、平野全体からみるときわめて少ないです。そしてこれらの沖積段丘面は、平野周辺では氾濫原の下にもぐってしまっており、そのため、この広大な沖積平野のほとんど大部分が、氾濫原で占められているのです。扇状地のない河川と扇状地が海に面する河川ところで沖積平野というのは、ふつう3つの要素からなりたっています。まず河川が平野に出

るところに扇状地がつくられます。そして扇状地の前面には河川の蛇行帯が広がりますが、この地域には自然堤防と後背湿地が発達します。そして河口の部分には三角州いわゆるデルタが発達するわけです。しかし新潟平野では、図にみるように信濃川と阿賀野川の2大河川が平野に出るところでは、ともに扇状地の発達がきわめて悪く、いきなり蛇行帯がひろがります。それで信濃川では扇状地らしい地形はほとんどみられません。阿賀野川では扇状地らしい地形が若干ありますが、それも非常に不明瞭なのです。というのは、こういう大きな川はその上流に多くの盆地をもっているからです。信濃川の場合には、松本盆地・長野盆地をはじめとする多くの盆地を、阿賀野川の場合には、会津盆地・野沢盆地・津川盆地などという盆地を通ってくるわけです。そのためにほとんどの砂礫を途中の多くの盆地の中に堆積してしまい、新潟平野に出るところでは扇状地をつくるような砂礫を残しておらず、それで扇状地が形成されないのだということが一般に言われております。

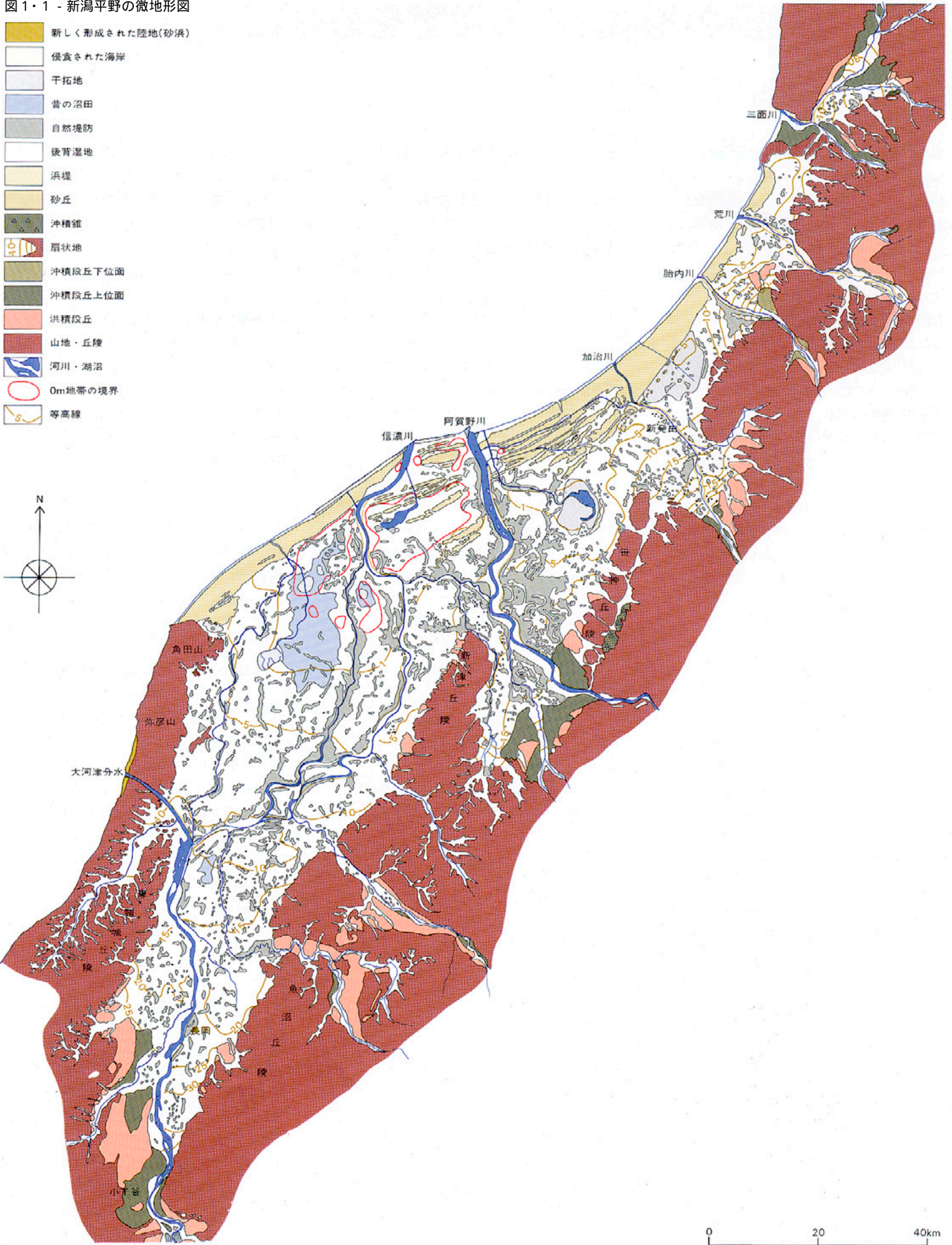
他方、平野の北部には、加治川とか胎内川とか越後山脈から直接流れ出てくる小さな川がありますが、こういう川には扇状地がよく発達しています。特に胎内川の扇状地は、よく教科書でみるような等高線が同心円状になっているみごとな扇状地です。しかも、この場合には、前面に自然堤防や後背湿地帯あるいはデルタ地帯というものがなくて、扇状地性平野が直接海に接している点に特徴があります。こうしたタイプの平野として有名なのは富山平野で、ここでは黒部川や神通川などが非常に大きな扇状地を発達させていますが、その扇状地が直接海に突っ込んでいます。太平洋側では大井川などがそうです。このように、一口に沖積平野の氾濫原といいましても、新潟平野というのは、さまざまなタイプの氾濫原の組合せからなりたっているわけです。

自然堤防の3つのタイプ

つぎに自然堤防についてみますと、これは非常によく発達しております。自然堤防というのは、河川が洪水で氾濫したときに、上流から運搬してきた土砂が堆積してつくられる微高地で、ふつう平野の面よりも約20~30cmぐらい高くなっています。図に示した自然堤防は、明治時代の地形図をもとに集落の発達しているところや畑などをぬりつぶしてつくったものです。従来

図 1・1 - 新潟平野の微地形図

-  新しく形成された陸地(砂浜)
-  侵食された海岸
-  干拓地
-  昔の沼田
-  自然堤防
-  後背湿地
-  浜堤
-  砂丘
-  沖積錐
-  扇状地
-  沖積段丘下位面
-  沖積段丘上位面
-  洪積段丘
-  山地・丘陵
-  河川・湖沼
-  0m地帯の境界
-  等高線



のいろいろな調査によって平野の農村集落というのは、ふつう自然堤防の上に立地していることがわかっております。それでこうした図ができたわけですが、そうしますと、その分布には非常に特徴があります。まず小千谷から大河津分水ぐらまでは自然堤防の分布は非常に不規則です。しかし、大河津分水から下流域では、信濃川や中ノ口川に沿って自然堤防が細長く連続し、ほとんど切れ目がありません。そういう自然堤防の連続を追っていきますと、信濃川が西の方から東の方にだんだんと移動してきたのではないかというような感じをいだかせます。それからまた、阿賀野川の下流域では川の蛇行の跡が非常によく残っていて、自然堤防が非常に複雑に発達しているのがわかります。このように信濃川と阿賀野川の流域についてみますと、だいたい自然堤防が全体的に3つのタイプに分けられると思います。小千谷から長岡の辺までは、散在型あるいは点在型というようなタイプ。

大河津分水から下流では連続型。阿賀野川の下流域では河川が乱流してできたもので乱流型、あるいは蛇行が激しいので蛇行型とってよいかと思います。

多くの潟と長大な砂丘列
 そして、こうした連続型あるいは乱流型の自然堤防の発達する地域には、それにとりかこまれるように大小たくさんの湖沼群がのこされています。日本の平野では、このようにたくさんの湖沼群をかかえる平野はありません。後背湿地の多くが潟になっているのです。福島潟・鳥屋野潟・銚潟などの湖沼はもちろん、図に示した干拓地や昔の沼田というのはすべてこうした湖沼で、それらは非常に広大なものです。こうした沼田というのは、近年、大河津分水を始めとする各種の放水路の開削や、大型モーターの使用による揚水機の発達で排水能力が飛躍的に高まって、排水が完全に行なわれるようになってやっとなら現在の豊かな穀倉地帯に生まれ

変わったものです。

このようなわけで新潟平野には、各地に広大な湖沼がたくさん残されてきたのですが、それは、地形的にみると、海岸線にそって発達した大砂丘と深いかわりがあります。それで次に、この砂丘の話は長谷川さんの方からしていただけたらと思います。

生成時期からみた新砂丘の区分

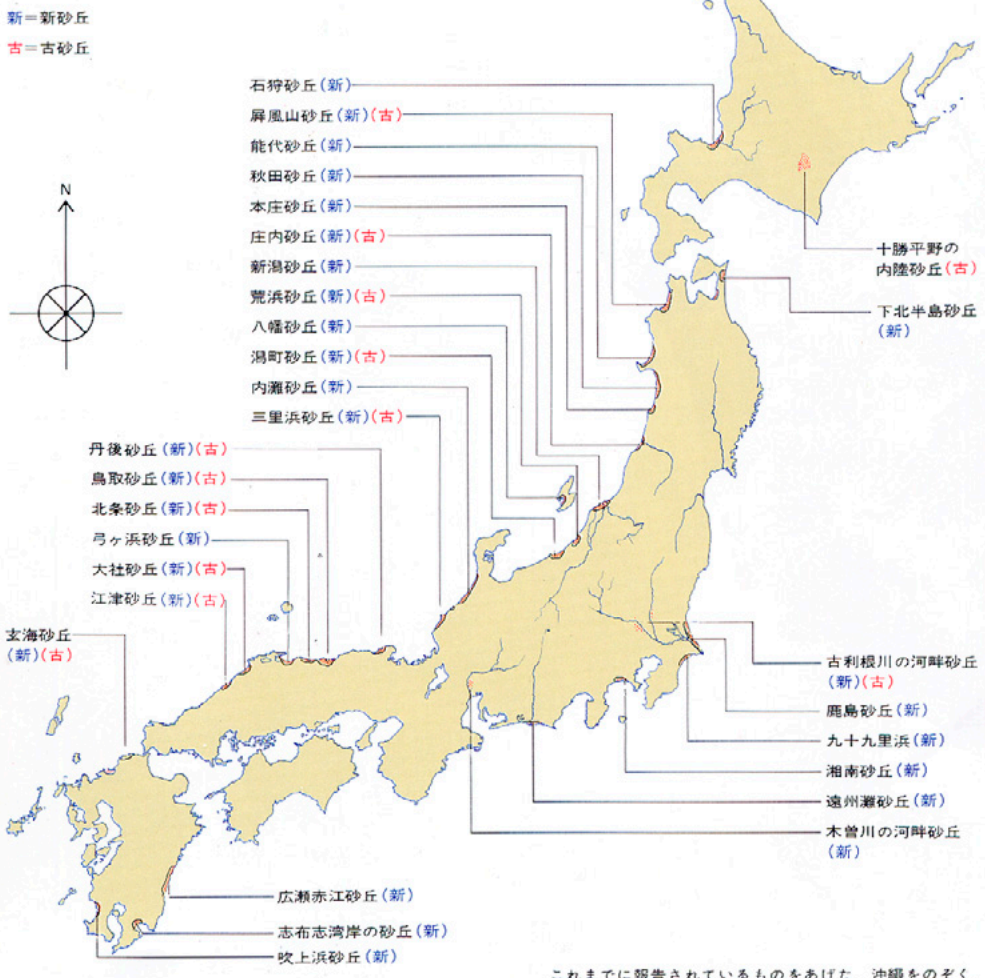
長谷川(正) じつは本誌の前半部で新潟砂丘の形成史について執筆することになっておりますので、ここでは簡単に要点だけをお話します。ふつう砂丘といえば、鳥取砂丘のような観光の場所を思い浮かべる人も多いのですが、図1・2にみるようにわが国では多くの沿岸域に砂丘が発達していて、新潟砂丘のようにそこを生活の場として利用している場合も多いのです。また太平洋側にくらべて日本海沿岸域には、いたるところに砂丘の発達がみられます。これは、一般的には、日本海側の海岸平野の多くが、冬季の強い季節風に直接さらされていることと関係があると考えられておりますが、なかでも新潟砂丘はそのスケールが最も大きく、しかも海岸から内陸部にかけて何列もの砂丘列をつくっているところにその特徴があります。

新潟砂丘の場合、砂丘列の最も多いところは10列もあるんですが、私たちはまずその生成時期をつかおうと思いました。そのために、砂丘表面の腐植層や砂丘砂の風化の程度、あるいはそれぞれの砂丘列に含まれている縄文時代や弥生時代の遺物を調べたわけです。その結果、これらの砂丘列の生成時期が大きく3つに区別されることがわかりました。それでこの図(p.13, 図1に収載)にみるように、内陸部から海岸にむかって新砂丘、古砂丘、と名付けたわけですが、新砂丘というのは、沖積世に形成された砂丘だからで、それより以前の洪積世末期に形成された砂丘は、ふつう古砂丘と呼んでいます。いまのところ、新潟平野の砂丘地域には古砂丘の存在は確認されておられません。

新砂丘からは縄文土器がでてくるのですが、それにも時代差があり、1番内陸よりの砂丘列である-1からは、最も古い縄文前期以降の土器がでており、-2、-3、-4の砂丘列からは、縄文中期以降の土器がでております。

新砂丘も-1から-4の4列に分けられますが、ここからは土師器とか須恵器などの古墳時代の土器がでてきます。しかし縄文時代以前の

図1・2 - 砂丘の分布



ものではできません。

新砂丘は最も海岸側の砂丘で、-1、-2の2列があります。-2は砂丘の高度も高く、よく発達した1番新しい砂丘で、腐植層はみられません。遺物は、-1からは須恵器や宋銭がでていますが、-2からは遺物がでておりません。新砂丘と-1の砂は、2大河川が供給したところで新潟砂丘は、その大きなスケールと列状の地形が多くの研究者に注目されて、これまでいろいろの方がその形成史を論じているのですが、しかし意外なことにいずれもおおまかな扱われ方で、詳細なデータに基づいているものが少ないのです。それで今回私たちは、砂丘の形成史を調べるために、各砂丘列ごとに砂丘砂の粒度組成、重鉱物組成、円磨度などを調べてみたわけです。

そうしますと、まず粒度組成についてみますと最も新しい砂丘列の-2については、信濃川の河口を中心に、東西に遠ざかるにつれて砂丘砂の粒度がだんだんと細粒になる傾向が出ています。ただし、ずっと東の方にいくと、胎内川の付近では再び粗粒になっています。

砂丘列-2の場合には、これはあまりサンプルが多くないのですが、ここでは阿賀野川のところが1番粗粒になっていて、そこから離れるに従って細粒になるという結果が出ています。

それから砂丘列-2ですが、これは阿賀野川の影響があまりでていなくて亀田のあたりが最も細粒で、それから東の方にいくに従ってだんだん粗粒になっている。これは-2、-2の砂丘列とはかなり違った傾向が出てきたわけです。このような粒度組成の分析結果から考えますと、新砂丘は信濃川、新砂丘は阿賀野川から砂が供給されたことがわかります。このことを裏づけるもう1つの重要な事実が、砂丘の地形なんです。新砂丘の場合には、いまの信濃川の河口を中心に突出した形をしている。新砂丘の場合も、阿賀野川のところが突出したような地形の砂丘列がみられます。さきほどの図1・1には、大河津分水の河口が突出してそこを中心にしてその両翼に新しい砂浜の形成が示されていますが、これは大正11年に大河津分水が通水して以後、信濃川の排出する土砂によって形成されたもので、現在までに最大幅で600m、面積は約2.3km²に達するといわれています。つまり、河口から吐きだされた砂が沿岸流や波の影響で運搬され、そして波で打ちあげられて

突出した地形の砂浜をつくったわけです。この砂を調べてみると、粒径の細かい砂ほど河口から離れたところに打ちあげられており、砂丘砂でみられた傾向とよく似ていることがわかっています。こうした浜辺の砂が風にとばされてある高まりをつくるようになれば、それがすなわち海岸砂丘です。こうしたわけで、新砂丘と-1の砂は主として信濃川と阿賀野川の2大河川によって供給されたものと考えられるのです。それに対して新砂丘の場合には、突出した地形らしきものはみあたりません。砂丘の分布図上にコンパスで円を描くと、-1の砂丘列はこの円弧の上きれいにのって来る。ですから、こうした地形上の特徴と粒度分析の結果とをあわせ考えると、新砂丘は東の方から、おそらく胎内川の方から砂が供給されていたのだらうと考えられます。

砂丘砂の重鉱物組成

次に重鉱物組成の分析結果ですが、これは新砂丘、-1、-2の各砂丘列ともあまり大きな差異がみられません。しかし、砂丘の分布する地域ごとにみると組成にちがいがみられます。顕著なのは阿賀野川より東の方では角閃石の量がかなり多くなっていることです。これはおそらく、後背地である山地の地質を反映しているものと思われる。今後、注目していきたいことのひとつですが、新砂丘には、他にみられないような新鮮な角閃石やシソ輝石がみられることです。阿賀野川の上流である只見川の流域に5,000年ほど前に噴出した沼沢沼火山がありますが、この火山噴出物には角閃石やシソ輝石が多く含まれるので、それとの関係を追求していくとももしろいと考えています。

砂丘の基底とその沈降

それから砂丘の基底が一体どの辺にあるのかという問題なのですが、東工業港のボーリングの資料を粒度分析して、地表から地下にいくにつれて砂丘砂の粒度組成がどのように変わっていくのか、そしてどこまでが砂丘と考えていいかということを調べたわけです。現在のところ新砂丘は資料がなく新砂丘と-1についてだけしかわかっておりませんが、新砂丘が大体基底が海面下10mから15~16mくらい。新砂丘はもう少し浅くて海面下6~10mくらいのところに砂丘の基底があるという結論を得たわけです。これはまだ東工業港のところでしか分析していないので、もう少し資料をそろえないと一

概には結論が出せないのですが、一応この分析からは新砂丘の基底が深く、-1の方は基底が浅い。そこで新砂丘は、これが形成された後全体として沈降しているのではないかということが考えられるのです。新砂丘も砂丘列が飛び飛びになっているのですが、これもあるいは沈降してしまったために砂丘の地形がきれいに残らなかったのではないかと考えられます。新潟県下の古砂丘

それからもう一つ、新潟県下の砂丘ということになりますと、となりの柏崎平野とか高田平野の場合には新砂丘の下に古砂丘があるのです。それらは、中位段丘上に堆積していて、その堆積物の¹⁴C年代から推定して、古砂丘の形成年代はだいたい2万年~3万5000年くらいと考えています。その当時、おそらく現在の新砂丘のように発達してきたのですが、最初に申しましたようにこれまでの調査範囲のなかでは新潟平野では新砂丘の下に古砂丘は確認されていないのです。新潟平野でも当時、おそらく古砂丘が形成されていたのですが、そういうものは侵食されてしまったか、あるいは平野の地下に沈降して埋没してしまっているのか、現在のところわかりません。ただ新潟平野の東部および北東端には、矢代田期高位段丘形成期と考えられる古い古砂丘がわずかに確認されている部分があります。また最近のボーリング資料によると、海岸付近の地下にかなり厚い砂層の分布することがわかってきていますので、今後、これらの砂を分析していく必要があると考えています。

編集 図でみると、亀田から西の方では新砂丘がありませんが、これはその痕跡もみあたらないのですか。

長谷川(正) 角田山の麓にあたる砂丘の西端の部分には、わずかに新砂丘の砂丘列がみられます。白根の西方にある湿地帯付近には、新砂丘の砂丘列とほぼ同じ円弧にのる高まりがあるので注目し、そこを掘って調べてみましたが、シルトや粘土ばかりで砂はでてきませんでした。それで、これは自然堤防であることがはっきりしたわけです。歌代 信濃川以西に砂丘列の発達が悪いのは確かです。新潟平野全体からみると、砂丘列の分布は新津丘陵を境にして、北東部と南西部とに大きく分けられます。このことは、おそらく地下の基盤の第三系の地質構造に関係があるのか

図1・3 - 縄文海進最盛期における関東平野の汀線
和田他, 1968による



図1・4 - 茨城県猿島郡五霞村桜井・ボーリングコア試料中の珪藻分析結果

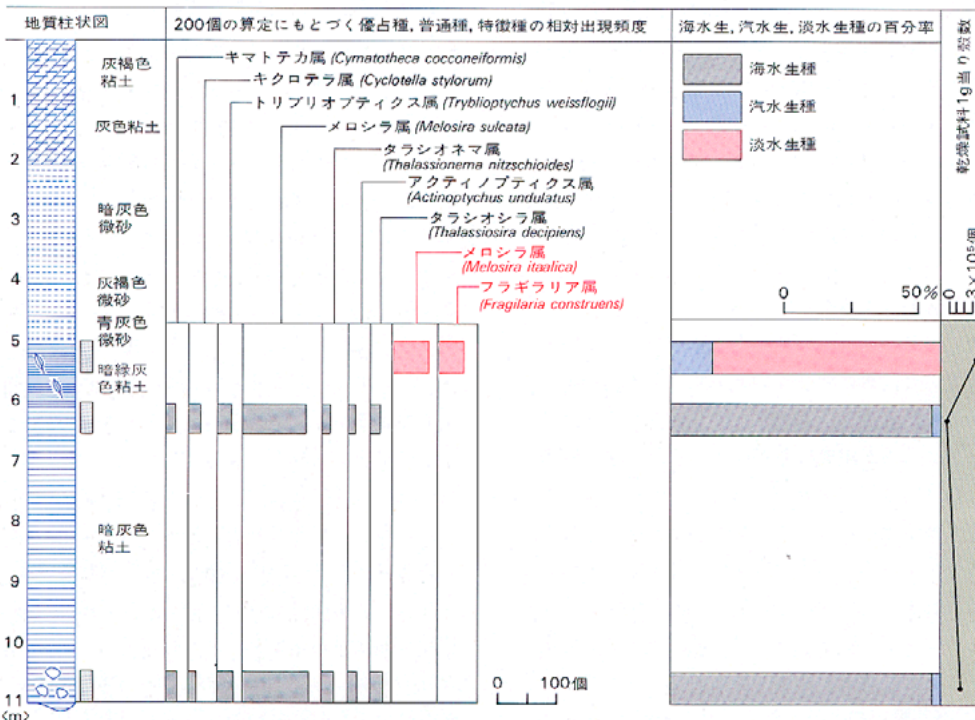
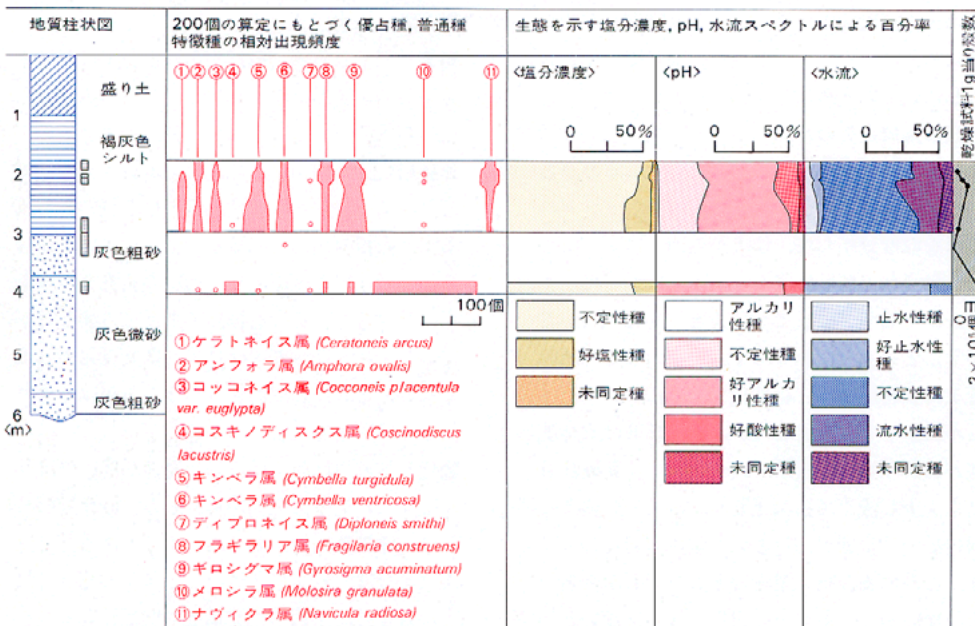


図1・5 - 千葉県柏市花野井・ボーリングコア試料中の珪藻分析結果



も知れません。特に、新津丘陵と弥彦・角田山塊の間には、厚い堆積物が向斜状にあり、沈降が継続されていたことを示しています。

珪藻の分析を手がかりに

編集 そうしますと、縄文海進時の新潟平野というのはどんな具合だったのでしょうか。そうした砂丘の発達があるにせよ西の方ははっきりしていませんから、やはり新潟平野でも大阪平野や関東平野と同じように、海が平野の奥深くまで侵入していたわけなのでしょう。

歌代 じつはその点なのですが、かつてはばくぜんとそのように考えられていたのですが、しかしわれわれの調査では、どうもそうにならないのです。大阪平野の場合には、貝化石が有効なキメ手になって平野の変遷がよく調べられています。新潟平野の場合には沖積層からは貝化石がほとんどでてこないのです。それで、微化石とくに珪藻を用いて調べてみました。珪藻というのは比較的遺骸が残りやすく、あらゆる水域に棲息している。しかもそれぞれの水域によって棲息する群集がちがいますから、これを調べると古環境がよくわかるはずなのです。ですから次に、その辺の話を長谷川康雄さんにしていただいたらどうでしょう。

縄文海進時における入江の2つのタイプ

長谷川(康) 私どもは、珪藻の分析を手がかりにして平野のなりたちやその特性を調べているわけですが、新潟平野の特性というのは、やはり新潟だけをやっているのではよくわかりません。それで日本の各地の海岸平野についても機会のあるたびに調べているのですが、そのなか

でも特に参考になったのが関東平野のケースです。図1・3は、縄文海進最盛期の関東平野では、海成堆積物が最高どのくらいのレベルにあったのかということ調べたときにつくったものですが、図にみるように当時の関東平野には、銚子の方から入り込んでいたいわゆる古鬼怒湾と、東京湾の方から入りこんだ旧奥東京湾との2つの入江があったわけです。この2つの入江について、それぞれの珪藻の分析をしたのですが、そうしますと、旧奥東京湾の方では、珪藻の組成からいって海成の堆積物の存在がはっきりと認められます(図1・4)。ところが古鬼怒湾の堆積物は、いわゆる縄文海進の最盛期と思われる堆積物においても、淡水域の群集組成が見られるのです(図1・5)。いわば古鬼怒湾というよりは古鬼怒湖といった方がよい環境なんです。で

は、なぜそういう違いが生じてくるのかということですが、それはおそらく、古鬼怒湾の海岸線に発生した砂丘とか砂洲 銚子の南北沿岸には砂丘が発達しておりますが、そういうものが海水の流入をかなり制約していたのだろう。そのために河川から流れこむ水が湾内に卓越し、海水が薄められて淡水化の傾向を保ち、それで海成堆積物の群集組成が認められないのだろうと考えたわけですね。

そしてこうした観点から、日本の海岸平野の堆積物のボーリング試料をみてみますと、日本海側のいわゆる砂丘を伴っている平野の場合と、東京湾などのようにその前面に湾をもっている太平洋側の海岸平野の場合とでは、ちょうど古鬼怒湾と旧東京湾のケースと全く同じような傾向がみられるのです。日本海側の平野の場合には、堆積物の中の群集組成は古鬼怒湾型を示す傾向があるのです。金沢の平野、高田平野と柏崎平野、だいが飛びまして北海道の石狩平野などのボーリング試料を見たのですが、それらはすべて淡水生で、その中でも特別に変わった傾向を示したのがじつはこの新潟平野なのです。尋常一様ではない新潟平野の形成史私どもが海成堆積物と申しますのは、塩分濃度いわゆる塩素量が5~10%以上のものをいいます。よく海水浴にいった塩からい水をのみこんだ経験がありますが、少なくともあれくらいの塩分濃度をさしていいですが、新潟平野の場合にはそれがはっきりとしない。この図(p.11図3に収載)は、新潟平野のうちでも地盤沈下のはげしい地帯を南北に切った3本の柱状図です。各柱状図に含まれる珪藻の種や組成については、本誌の前半部(p.10~p.11)で説明することになっているのでここでは省略します。柱状図の示す地層は、新潟平野の軟弱地盤地質で、白根累層とも呼ばれるもので、この図では岩相によりI~Vの5つに細分されています。その下は西蒲原累層で、その境が約20,000年前のウルム最盛期時の不整合、約10,000年前の沖積層の基底は層と層の境に求められています。そうしますと、最上部の層これは約4,000年B.P.ぐらいから堆積した地層ですが、ここからは淡水生の珪藻しかでてこない。層はいわゆる縄文海進期を含む堆積層で、本来ならばこの地層からはっきりとした海成堆積物がでてきてよいはずなのですが、じつはここからは淡水生の珪藻と部分的に汽水生の珪藻しかでてこ

いのです。しかも塩分濃度5~10%以下が最適の棲息環境であるような珪藻が出てくる。それ以下の~Vの地層も塩分濃度はかなり低く、どちらかといえば淡水生の堆積物と考えられるものしかでてこない。しかも特徴的なのは、珪藻の殻の含有数がどの層でも非常に少ないのです。普通関東平野のもので、沖積層の海成粘土では乾燥試料1グラムについて、多いものは50万個ぐらい、少ないもので25万個ぐらいの珪藻殻の含有数があるわけです。しかし、新潟の場合は、ごく稀少な殻数しか含まれていない。では新潟県下で珪藻の面から海成の堆積物がはっきりと認められる平野がほかにあるのかといえますと、佐渡の国中平野のボーリングの試料からは、かなりはっきりと海成の堆積物が認められるわけです。それから上越市の直江津港で港を拡張するためにボーリングをしたのでそれを調べてみますと、その位置は砂丘の外側なんですけど、それにはかなりはっきりと海水堆積物が認められます。そういうことから考えますと、新潟平野の場合には、海水の侵入を防ぐような障害物 砂丘とか砂洲のようなものが常に存在していて、そのために海成のものが堆積しなかったのではないかと、いいかえれば陸の水が卓越する一つの大きな湖であったと考えるわけです。堆積物中の珪藻の殻数が非常に少ないことからみまると、いわゆる再堆積というようなこと、あるいは湖の内部の水が流動していて、珪藻の殻が洗い流されたり、水域が埋められていくときに砂泥の氾濫のようなことが行なわれていたのではないかと、そういうことも考えられるのです。それからまた、さきほどの柱状図でもおわかりのように、ウルム氷期最盛期以降の地層が新潟平野では非常に厚いのです。たとえば、中位段丘層を堆積した下末吉海進時の海成堆積物が、各平野でどの辺の深度にあるかをみてみますと、東京の下町の東京層では、ところによってちがいますが地表下30~50mです。日本海側の金沢の平野や北海道の石狩平野の場合でも、やはり地表下60~70mぐらいのところには分布しているわけです。ところが新潟平野だけは、地表下30~50mの地層はウルム氷期最盛期以降の地層で、もちろん海成の堆積物はでてきません。ですから、こういうことをいろいろと考えますと、新潟平野の形成史というのは、尋常一様な解釈ではなく発想の転換をしなければ解決が

かないのではないかと、そんな感じさえいいたくのです。以上のことは、珪藻群集というかなり狭められた範囲からみたもので、総合的な見地からの判断ではありませんが、問題点は提起できるのではないかと考えております。

古白根湖

編集 ウルム氷期最盛期以降の地層としては、いま3本の柱状図をみせていただきましたが、そのさい平野の断面のようなものは描かれていないのですか。

歌代 この断面図(p.10図2に収載)がそうです。これは、昭和40年代のはじめに白根郷地域の農地の地盤沈下の調査が農林省によって行なわれましたが、当時、信濃川水系調査事務所におられた和田さんをはじめとする方がたによって、ウルム氷期最盛期以降の地層の細分が行なわれ、この図が描かれたわけです。この調査にはわれわれも参加し、花粉分析や珪藻分析を行ないました。いまのお話しにもありましたように、白根累層とよばれるウルム氷期最盛期以降の地層は、~V層に区分され、層と層が沖積層と考えられています。

またわれわれは独自に、花粉分析や珪藻分析の結果にもとづいて、白根累層を上部、中部、下部に3区分し、上部白根層が沖積層と考えています。このほかにもまだ、ボーリング資料や¹⁴C年代の測定結果から層序区分を試みたものがいくつありますが、新潟平野の形成史というのはいたいへんにむづかしい要素をかかえており、約10,000年前の沖積層基底の問題をはじめまだ統一の見解が得られていないのが現状です。

編集 この断面図でも、地下の地層はほとんど淡水なのでしょう。

長谷川(康) それは珪藻の方からいうと、層を除いてはすべて淡水域での堆積物と考えられるのです。ただ砂丘の海側は、これは明らかに海成の堆積物です。しかしこれも破片しかでてきておりません。おそらく波打ちぎわか、あるいは瀕汀の堆積物と思います。

編集 そうすると、ここには昔から大きな湖があったわけですね。

歌代 そうです。ウルム氷期最盛期には、海岸線はぐんと沖合にありましたから、この広大な淡水域は、その当時からずっと続いていたのでしょう。この湖は、古白根湖とよばれています。そして、のちほど青木先生の方からお話しがでることと思いますが、この地域が、内陸部の地

盤沈下の中心域になるのです。さきほどの話に
 できましたように、縄文海進時においてもこの水
 域からは海成堆積物の証拠がでてこなかったわ
 けです。

編集 その古白根湖には、新砂丘の時代まで
 は、信濃川と阿賀野川の両方の河川が注いでい
 たのでしょうか。

長谷川(康) それはなんともしません。しか
 し、あるいはそうしたことを考えておかないと
 いけないかもしれませんね。というのは、珪藻
 の殻含有数が異常に少なく、柱状図をみても砂
 層を細かくはさんでいて層相の変化がたいへん
 にはげしいのです。このことは、おそらく安定
 した水域が出現しても、それが長くは続かなか
 ったものと思われるのです。たえず洪水のよう
 なものにみまわれ、また河川によって運びこま
 れる土砂の量も常識をこえるほどの莫大なもの
 であったと想像されるからです。

古い砂丘(砂堆)の存在

編集 海岸部の砂丘の下の地層は、これは砂で
 砂洲とか砂丘のようなものなんでしょうか。

歌代 いまわれわれは、ちょうどそここのと
 ころを問題にして調べているところなんです
 が、この部分はあまりボーリングをしていない
 のです。

図1・6A - 新潟市周辺1等水準点

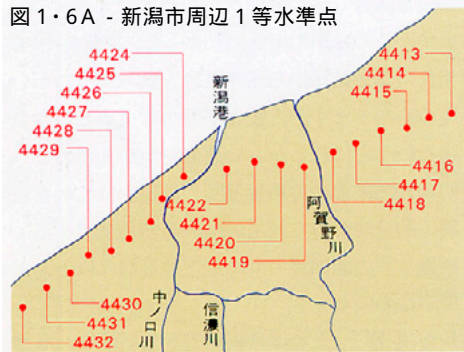
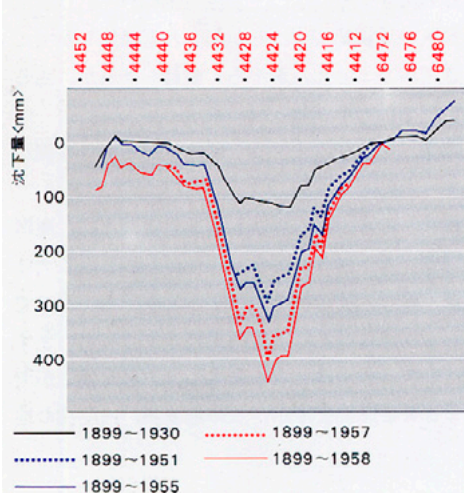


図1・6B - 1等水準点累年沈下量図



地盤沈下を調べるときにこういった砂丘の下を
 調べてもしょうがないわけで、そのためこの下
 の地層はよくわかっていないのですが、どうも
 砂丘のすぐ内側にはかなり厚い砂層があるよう
 です。また砂丘の海側には、下層まで海成の要
 素があるらしい。

それで、珪藻の方からいうと古白根湖には沿岸
 の海水が流入したという、いわゆるはっきりと
 した海成堆積物がみとめられないわけです。そ
 うしますと、どうしても湖の前面に砂堆とか砂
 丘という海の侵入を防ぐようなかたちのものを
 仮定せざるをえない。そして平野の入口をとざ
 している。ときどきはあくのしょうけれども、
 その場所がどこで、その辺の過程がどうなっ
 ているかということが問題になるわけです。

そこで新潟平野の砂丘の生成条件をみてみま
 すと、さきほどの長谷川正さんの話にあったよ
 うに、この砂丘をつくった砂というのは、主と
 して信濃川や阿賀野川などの大小の河川が後背
 地から供給したばう大な量の土砂です。その量
 が非常に多いから砂丘の生成もスピーディで、
 次から次に何列もの砂丘をつくっている。いわ
 ば、一般の海岸平野では前面の浅海がデルタと
 して埋められていく過程が、新潟平野の東部で
 は何列もの砂丘列となって前面の海を埋め汀線
 を前進させている。これは他の平野にはみられ
 ない特徴です。おそらく一つの砂丘ができた
 ときには、その前面には次の砂丘を生成させる
 条件をつくっているのでしょうか、何しろその
 生成のスピードが速い。

そしてこのスピードという点では、平野の東も
 西も変わりありません。新砂丘-2は室町時代以
 降の形成です。また大河津分水の前面の砂浜に
 しても、わずかな期間に海を埋めたて砂浜をつ
 くらしている。しかもその砂浜には、われわれの
 調査では、すでに砂丘をつくる徴候がみとめら
 れるわけです。このように現在の新潟平野の場
 合には、信濃川と阿賀野川が大量の土砂を運ぶ
 ので、つねに砂丘をつくる強い営力が働いてい
 る。そしてこのような営力は、沖積世はもちろ
 ん、おそらくそれ以前からも働いていただろう。
 というのは、古白根湖がかつて一度も海の要素
 をもたなかったという事実があるからです。つ
 まり、ウルム氷期最盛期以降海水準は上昇して
 きますが、河川の堆積作用は、その上昇に拮抗
 しながらかあるいは上昇の一時的停滞期には
 判りませんが、ともかく、湖の前面に砂丘とか

砂堆というものをつくっていたと考えざるを得
 ない。こうして海進のマキシマムにあっても、
 海水の湖への全面的流入を妨げていたのだら
 う。ところが、ここでもう一つ考慮しなければ
 ならない事情があります。それは、砂丘という
 のは古い砂丘(もしくは古い砂堆)の上に、新し
 い砂丘がのる場合も多いということです。新砂
 丘の上にさらに新しい時代の新砂丘が重なって
 いる例もありますし、また、古砂丘の上に新砂
 丘ののっている例は多くの地域で見られます。
 しかし現在、地表に残っている古砂丘というの
 は、高位段丘上のものにせよ中位段丘上のもの
 にせよ、いずれもみな地盤の隆起域にあるわけ
 で、そのためにその姿を地表にとどめているわ
 けです。地盤の沈降域では、たとえかつて古砂
 丘があったとしても、その砂丘は内陸へ向かっ
 て移動してもその位置にはなくなってしまった
 か、あるいは一部は沈んでしまったかして、その
 姿は残っていないと思われる。ですから新潟
 平野のような沈降のはげしい地域では、新しい
 砂丘の下に古い砂丘という古い砂堆がかくされ
 ている可能性が強い。こうした観点にたってみ
 ますと、古い砂丘とか砂堆の解明が新潟平野
 の形成史をとく一つのポイントになるのではな
 いかと考えられるのです。

じつは今から6年程前に、たまたま私が代表
 になって日本の海岸平野の総合研究をやったの
 ですが、そのときの結論ではだいたい次のよ
 うなことがいわれた。太平洋側のほとんどの
 平野は、東京湾、伊勢湾、大阪湾などのよう
 にみなその前面に湾をもっている。ところが
 日本海側の海岸平野の場合は、平野の前面が
 ほとんど砂丘でおおわれている。そして平野
 の中味を見てみると、日本海側の平野には海
 が侵入したという証拠があまりないわけだ。
 ところが太平洋側の平野はみな海も要素をも
 っているということがわかってきて、どうも
 日本の海岸平野というのには一律には性格づ
 けられない。と同時にこの場合、砂丘という
 ものが平野形成と密接な関連をもっている
 というようなことが結論としていわれました。

しかし現在では、この砂丘についても、と
 くに新潟平野の場合には、古い砂丘あるいは
 砂堆のあり方まで究明していかなくてはなら
 ない。そうしたものと古白根湖の変遷の様相
 などがわかったときに、始めて新潟平野の古
 地理図が描けるだろう。そういうことがいま
 ようやくわかり

かけてきたわけです。

沈降と堆積

編集 新潟平野には、低位段丘がないということですが、これは沈降したためでしょうか。

歌代 太平洋側の平野では低位段丘がよく発達しているのですが、新潟平野では典型的な中位段丘というものがなく、いわゆる低位段丘もほとんど発達していません。佐渡には低位段丘が若干あるのですが、ここは特別なんです。新潟平野で低位段丘がないということは、おそらく沈降を意味しているのではないのでしょうか。

編集 一番最初に高野先生が沖積平野の地形を説明されたときに、沖積段丘ははんらん原の下にもぐり込んでいるといわれましたが、これも沈降と関連するのですか。

高野 そうだと思いますよ。新潟平野の沈降ははげしいので、沖積段丘でさえ沈降してしまって、その上に新しいはんらん原ののっているという状態ではないのでしょうか。

編集 これまでに、そうした沈降の度合いについて測定されたことがあるのでしょうか。

高野 以前、都立大の中野先生が、新潟平野の海岸線にそった1等水準点の測量結果を発表されております。それによりますと1899年から1930年までの32年間のデータでは、1年間に3.7mmという沈下量をだしておられます(図1-6)。それは、人為的な地盤沈下がおこる以前の自然の沈下です。私は、花粉分析からみたウルム氷期最盛期以降の海水準変化と沖積層基底の深さなどから推定して、沈下量はもう少し大きいのではないかと考えております。

歌代 ただ平野の沈降といっても、だいたい沈降と堆積というのはパラレルなのです。ですからこの場合には、平野の基底まで含めた新潟堆積盆地の構造とかその性格まで視野に入れておかないとまずいのです。たしかに新潟平野のウルム氷期最盛期以降の地層の厚さは他の平野にくらべれば非常に厚いのですが、その下位にある第三紀層もまた非常に厚く、その性質も独特なのです。ですからその辺の話は、のちほど藤田先生の方でしていただいたらと思います。

地震とその災害

新潟地震の震源とその強さ

茅原 最近、宮城県沖地震が発生して、仙台でいろいろな被害を生じましたが、そのさい、発展している都市が地震の被害を受けたときのいろいろな問題点が新しく提起されました。

新潟地震は、昭和39年6月16日午後1時過ぎに発生したわけで、すでに15年も前の事件ですが、今日的な意味で新潟地震の被害を再検討し、地質学的あるいは地形学的な観点から、もう一度これを見直してみることは大変重要であると思っております。本日はそのような観点から、短かい時間なので要点だけをお話させていただきます。

まず新潟地震の大きさ・強さということですが、震源の位置は、粟島の南約10km、新潟の北から少し東にそれて約45km離れたところが震央で、深さは40kmです(図2-1)。その付近の地質からみますと、地殻の下のマントル層の1番上の方で起こった地震ということになります。最初の発表では、震度は新潟で5ですが、実は新潟・山形の県境の一部では震度6という報告があります。マグニチュードは、当初は7.7と発表されましたが、その後いろいろと精密な計算がなされて最終的にはマグニチュード7.5となりました。その時の震度分布をみますと、これは普通の地震と同じように震央を中心として同心円状に分布しているわけですが、佐渡を含めて新潟県の大部分は震度5です。ここで注目されるのは、いまお話しした同心円状の分布に対して例外的に仙台市を中心として震度5という地域がでておったことです。

余震域の地質構造

地震がありますと、本震を中心とした地域には余震が続きますが、余震の分布地域は大体南北120km、幅50kmの範囲で、概ね南北より少し東に離れた方向です。本震の震源の深さは40kmですが、余震の震源の深さはそれより浅く、地下10kmくらいところに集中しております。この現象は、地質学的にみて興味ある問題を提供しています。というのは、この分布域は新潟平野の下の方の基盤、新第三紀層あるいはそれよりやや古い地層の高まりの分布域とだいたい一致しているからです。特に、油田やガスを含む大きな地層の高まりの地域に分布している。

新潟平野周辺の隆起帯というのは、大きくわけ

ますと3つあります。1つは、山地寄りに櫛形山脈とか五頭山塊、これは南の方の蒲原山塊の一部を含みますがこの大きな隆起帯。もう1つは、新津から南阿賀油田をへて阿賀沖油田につながる隆起帯。この隆起帯は、海底のポーリングやそのほかのデータからみますと粟島に続きます。最後は角田・弥彦の山からこれに並列するように北の方に延びてゆく隆起帯です。そうしますと余震域の分布は、ちょうど新津 東新潟 阿賀沖油田 粟島とつながる隆起帯とほとんど一致します。これがどういう意味をもっているかについては、今後の検討課題になっておりますが、いずれにしても基盤の構造と密接な関連があることはたしかです。

新潟地震の4つの特徴

新潟地震の特徴をいくつかあげますと、まず第1番目に、ほかの大地震に比べて余震の数がわりあいと少くて、余震活動が比較的早く終わっていることです。

第2番目は、これは地震の予知とも関係する問題ですが、新潟地震のさい地殻変動の観測がいろいろ行われましたが、それによると前兆らしいものがあったことがわかりました。その1つは村上の南あたりを中心にその北側の地域は、明治以来ずっと隆起していたのですが、それが新潟地震が発生する少し前に沈降に変わっていたわけです。これは、いまから考えてみると非常に注目すべき前兆現象であったわけです。もう1つは、地盤沈下の観測のためにいくつかの井戸があったのですが、そのうちの1本の水位が、地震直前に非常に変動しているという現象がありました。これは幸いに、そういう観測井戸があったためにわかったわけですが、これらの現象は、今後の地震予知の問題に対しても重要な意味を持っているように思います。

それから第3番目の特徴は、新潟地震ほど地盤の性質に左右された地震災害はこれまでになかったということです。表層の地盤あるいは軟弱の地盤の状況が大きな被害を起す原因となり、また特にある深さの砂層が流動化して、それが建物の沈下や傾斜をはじめ新潟の地震に特徴的ないろいろの被害を生じさせました。なかでも顕著なことは、流動化に伴って水と砂が大量に吹き出して、信濃川の河口の左岸地域では、それが1.5mもの厚さに積もるといった異常な現象です。そのほかに、新潟市の象徴である石油タンクの火災とそれに伴う付近の住家の火災とい

うようなことも重なっており、こうした点では、この地震災害は、高度成長に移る将来の都市のあり方にいろいろなさぜッションを与えたということになります。

第4番目は、これだけ大きな地震でありながら、人身の被害が非常に少なかったことです。この特徴も、じつはさきほどの地盤の特徴と密接に関連している現象なのですが、家屋の被害は1,000戸以上にのぼりますが、大地震のわりには人身の被害は少なく、新潟県下では全体で20数名でした。地震の被害は非常に広汎圏にわたっておりますが、地震動が人体に感じられた地域は、震央を中心として600kmの範囲。そのうちで震度5と測定された地域は、山形と新潟の境あたりから佐渡を含めた新潟県のほぼ3分の2の地域です。ですから実際には、山形県の酒田、鶴岡などの海岸部では被害は非常に大きかったし、また福島県の山間部にも被害が出たわけですが、そういうかなり大規模な地震なのですが、近年のいろいろな地震と比べると、福井地震よりはその規模が大きいのですが、丹後地震とかあるいは古く150～160年前の善光寺地震や三条地震に比べると、むしろその規模は小さいといえるでしょう。しかし発生した場所がちょ

うど新潟市の北方に震源があって、大都市特有の軟弱地盤域を直撃しているのです、非常に大地震に見え、被害の規模もまた大きくなったものと思います。

地震に伴う地殻変動

そこで次に、新潟地震の県内の被害状況と地盤構造の関連についてお話しいたします。

地震が起きた日は、私自身は、先ほどのお話しにありました新砂丘の上に建てられた木造2階建ての旧理学部におりました。1時2分1時から会議を始めたところなのでよく覚えているのですが、建物がきしむように振動し始めました。直感的にこれはつぶれると思ひまして、いち早く逃げたわけですが、外に出ると立ってられない、木につかまって身体を支えているという状況で、私自身も大変な経験をしたわけですが、新潟の場合にも電気は一齐に停電しました。同時にガスがとまる、水道がとまる、それから鉄道が不通になるという具合で、最近の宮城沖地震のさいにも問題になりました、いわゆるライフラインの被害が大きかったわけです。その時に一番役に立ったのは携帯用のラジオで、停電ですからテレビ・ラジオは一切聞こ

えませんで、携帯しているトランジスタラジオがきわめて有効でした。授業もできませんから、とりあえずその日はカメラを持っている人は自由に被災の状況を撮ったわけですが、その翌日から組織化しまして、理学部や教育センターの方、あるいは応用地質事務所の方たちと合同して一週間ぐらいにわたり組織的に調査をいたしました。

その後さらに約1ヵ月間にわたり、私どもの教室の学生と、主として新潟市地域の調査を行なったわけですが、その後また足を延ばして、村上市の北方や大河津分水の南などこの付近全体にわたって調査しました。その間、粟島へも行って調査しましたが、よく知られているように、粟島ではそのさい西海岸が80cm、東海岸が1.2～1.5m、島全体が西へ傾くように傾動して隆起いたしました。地震の発生と同時に船は津波がくるというので島から逃げたわけですが、いつまで経っても津波がこないで船は島に戻ったわけですが、そうすると船が陸に着けない。そこで始めて島が隆起したことがわかった。つまり「取り付くシマがなかった」(笑)。それから村上の北の海岸を調べてみますと、やはり部落部落に船着場があるのですが、ここでは船を

図2・1 - 新潟地震及び余震の震央分布(6月16日～7月31日)<気象庁地震課による>

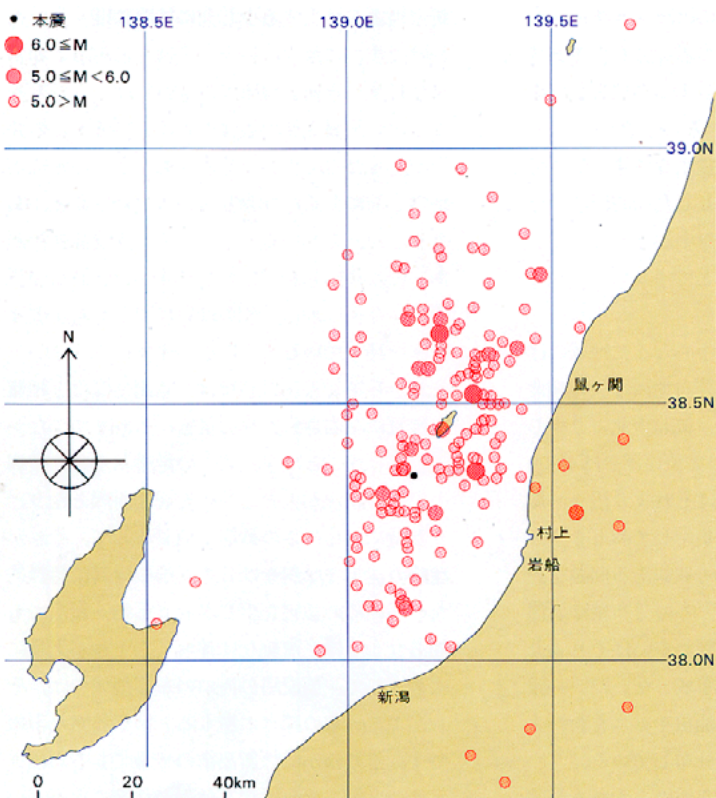
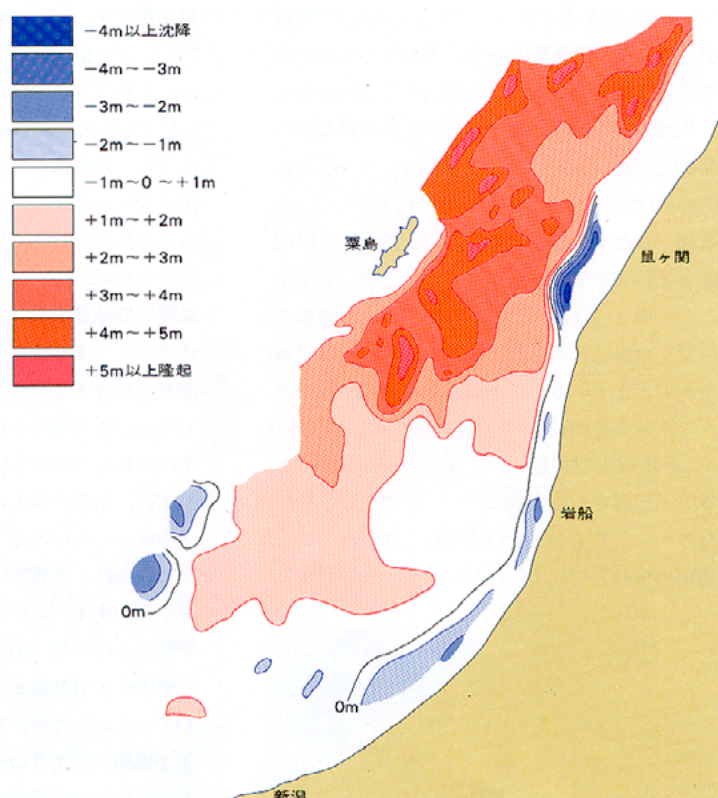


図2・2 - 新潟地震による海底変動量

<海上保安庁水路部測量課による>



つなぐ杭が沈んでしまったとか、あるいは海面上に突き出ていたものが少なくなったという情報を住民の方から頻りに聞くのです。ですからこの辺は若干沈降しているわけです。それに対して粟島の方は傾動しながら平均約1.2~1.3m隆起している。そして間もなく津波が発生したのですが、津波が発生した地域は、大体余震域と一致していて、それは、粟島 阿賀沖 新津の構造帯に何らかの関係があるように思います。そういうわけで粟島の調査を含めて、地震に伴う地殻変動をまざまざとみることができました。その後の調査で、海底のあちこちに多くの沈降・隆起などの現象があったことが明らかにされました。(図2・2)。

地震被害は自然の地質状況を反映する
平野部の被害は、河川敷に沿った地域や紫雲寺瀧などの古い瀧の周辺に被害が一致して出てきました。逆の見方をしますと、自然の地質状況に対して地震という大きなショックがあたえられ、そのアクションの結果、表層地質の状況が非常に鮮明にされたということがいえるわけです。ですからこのことは、ほかのまだ災害を受けてない都市に適用して考えてみれば、その都市の軟弱地盤地帯を調べることによって、将来その都市で起こるかもしれない地震災害を予測することができることを意味しております。そういったことを当時はいろいろと考えたわけですが、やはり時とともに忘れられてしまったようで、たとえば仙台の地震のときも初めての経験ということがよくいわれますが、実は新潟地震で十分に体験したことの再現がほとんどなのです。ただ1つ違う点は、砂の流動化現象にとまらなう災害です。砂が大量に吹き出したことは新潟地震の大きな特徴ですが、しかし、これも新潟の場合がはじめてではありません。かつて三条地震のときにも砂が吹き出ており、福井地震のときにも同じ現象が若干ありました。今回の新潟の場合には大量の砂が吹き出したところに特徴があるわけです。

災害時の 調査活動 について
ところで私どもの調査がだんだん進むにつれて、県外から非常に多数の方が調査に来られました。同じ役所からセクションが違うからでしょうが、2組、3組と来られるわけですが、みな同じようなテーマで、見どころはどこかとか、こういう問題はどこを見たらよいのかということで、繰り返し繰り返し、毎日のようにおいでになる。

そのことのために私自身もたいへんな時間を使うわけで、調査活動に支障が出たという苦い想いがあります。こういう災害時の調査活動のさいは、時間と労働をダブらせるようなことはできるだけさけることが必要で、日本の調査活動のあり方には若干反省が必要でなかるうかと思えます。

砂火山と砂の流動化現象

先ほども申し上げましたように、私どもは組織的に分担をきめて調査を行なったわけですが、1番最初に調べたことは、地震に伴って生じている割れ目をできるだけたくさん正確に地図に描き入れるということでした。なぜかという、自動車の通るところは割れ目がすぐなくなってしまふからです。割れ目の深さ、開いているか開いてないか、それから段差ができていくかどうか、どのくらいの段差か、段差が大きいかにも断層のように見えるものは落差の方向など、こういうことを最初に調べました。2番目は大量の砂が吹き出した場所の調査です。これは、いろいろな写真をごらんになるとわかりますが、道路と建物の境目、普通の家屋の場合には土台の境目というように、構造物の境目のところから水と砂が大量に吹き出たわけです。それで砂の吹き出た場所が、どのような地域に、どのような分布をしているかということ調べた。そうしますと先ほど申し上げたように、信濃川河口の左岸地域、万代橋下流の左岸付近に最高1.5mも積もっている。だいたいそういう砂は道の両側から吹き出し、家の中では床を破って吹き上げるので家の中は砂だらけになってしまっている。それでどの家でもその砂をいち早く道路に出すわけです。ですからそうした地域では、砂がうず高く2m、場合によっては3m近い高さに積もって、砂の山が通路一面にできてしまうわけです。

それから街の中ではわかりませんでした。農地のところでは割れ目に沿って点々と砂が吹き出していて、しかもちょうど火山が噴火したときのように、最後には、中央に火口のような穴があいている円錐形の砂の山ができていました。私どもは、それを砂火山と名付けたのですが、砂の噴出というのは、ちょうど火山が噴火するときのような状況になるわけです。こういう現象は、地質学的にも非常に興味ある問題なのでいろいろと調べました。一体、この砂はどのくらいの深さの地層から出たのかということがま

ず問題になりますが、だいたい地表にできる割れ目の深さというのは、深くてもせいぜい1mぐらいです。2m、3mという深さの割れ目は少なく、必ず閉じています。それで、この砂がどこから出たのかということはわかりにくいのですが、砂の質はソーテングがよくなされており、最後に吹き出た砂は最も細粒で、それが火口から吹き出て周囲を覆うような形になります。非常にきれいな砂で、しかも粒形が非常にそろっている。ですから、こういう砂が一番流動化しやすいのだろうと直感的に思ったわけです。それらを推定してみますと、だいたい地下3mから7m前後。最も多いのは5mから7mくらいのところの砂が吹き出たのではないかと感じたわけです。その後ボーリングのデータも増えましたし、また砂の流動化についてのいろいろな理論や実験が進んでいますから、どこに流動化した現象が大きくあらわれたのか、だいたい推定できると思います。

湛水域とゼロメートル以下の低地帯

それから道路の変形について申しますと、これはまっすぐであった道路がまさうにうねるわけです。変形の大きなところでは3mくらい明らかに横ずれをしている。そういう現象がいたるところに見られました。あるところは総体的に隆起し、あるところは陥没する。そういうことが方々に起こってくるわけで、こうした現象も調べました。それから地震のさいにはよくやられることですが、墓石の倒れ方向も調べました。これは地震動の加速度を知るためです。また、新潟市付近の特徴的な被害としては、吹き出た水が大量に湛水したことがあげられます。しかも、昭和大橋から下流部両側の堤防が全面的に破壊されましたので、信濃川の溢水が吹き出した水と一緒に水が湛水したのです。津波でも浸水したのですが、しかし湛水被害の基因となっているものは、よく知られているように新潟の地盤沈下で、たとえば山ノ下地区では一番深いところは2mも湛水したわけです。この地区はゼロメートル地帯であることがすでにわかっていたのですが、むしろこの湛水によって、ゼロメートル以下のマイナス地帯の存在が非常にはっきりとわかってきたのです。たとえば信濃川河口の両岸地域ですが、ここの湛水域の深さをはかりこれに等深線を入れたわけです。こうしてある地域についての地盤沈下の状況が、非常に細かく等深線で表し得るところま

写真1 = 倒壊した川岸町アパート
 写真2 = 落下した信濃大橋
 写真3 = 崩壊した白山駅ホームと盛土の変形
 写真4 = 地震直後の泥水噴出
 写真5 = 沈下・傾斜した鉄筋ビル

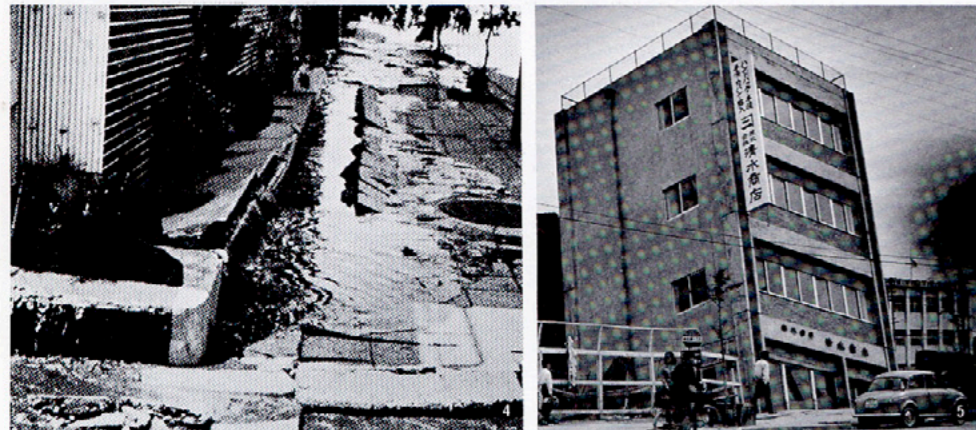
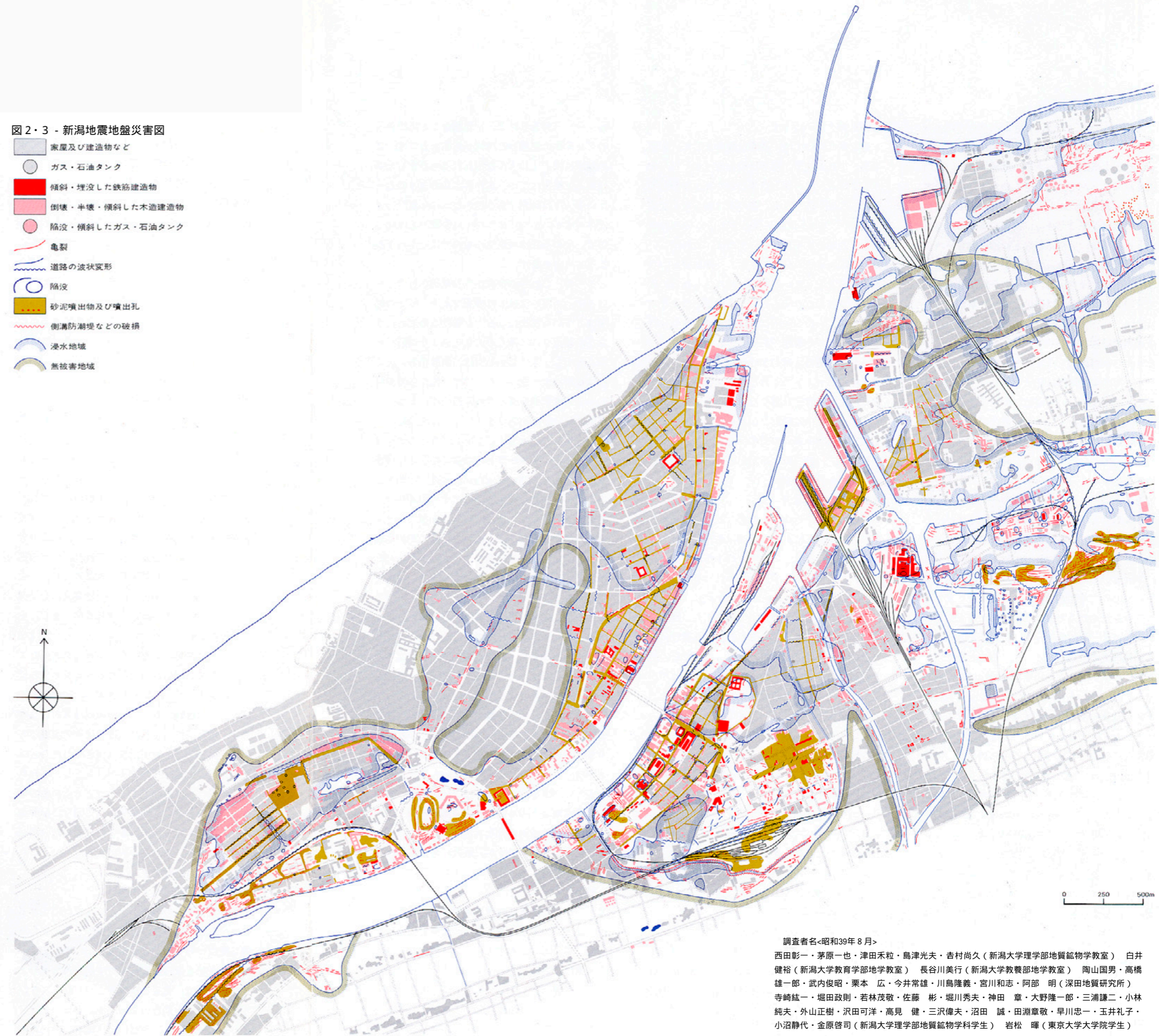
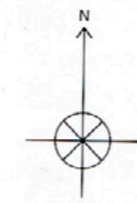


図2・3 - 新潟地震地盤災害図

- 家屋及び建造物など
- ガス・石油タンク
- 傾斜・埋没した鉄筋建造物
- 倒壊・半壊・傾斜した木造建造物
- 陥没・傾斜したガス・石油タンク
- 亀裂
- 道路の波状変形
- 陥没
- 砂泥噴出物及び噴出孔
- 側溝防漏堤などの破損
- 浸水地域
- 無被害地域



調査者名<昭和39年8月>
 西田彰一・茅原一也・津田禾粒・鳥津光夫・吉村尚久(新潟大学理学部地質鉱物学教室) 白井健裕(新潟大学教育学部地学教室) 長谷川美行(新潟大学教養部地学教室) 陶山国男・高橋雄一郎・武内俊昭・栗本 広・今井常雄・川島隆義・宮川和志・阿部 明(深田地質研究所) 寺崎紘一・堀田政則・若林茂敬・佐藤 彬・堀川秀夫・神田 章・大野隆一郎・三浦謙二・小林純夫・外山正樹・沢田可洋・高見 健・三沢偉夫・沼田 誠・田淵章敬・早川忠一・玉井礼子・小沼静代・金原啓司(新潟大学理学部地質鉱物学科学学生) 岩松 暉(東京大学大学院学生)

でわかりました。一方、吹き出た水だけによって湛水した地域もかなりあります。たとえば1週間以上も湛水した西大畑の地域、あるいは白山浦地域などがその例で、この水は信濃川の水でなくて吹き出た水がたまったものです。また、湛水の水深を測るために、調査が時期的に遅れたところでは、塀や石垣などに油のトレースなどの水面の根跡が残っておりますから、それを手がかりに水深を出し、あとで平均水位を求めてそのレベルを正確に出すという作業もやりました。

建造物の被害状況

それから新潟地震ではたいへん有名になりました川岸町の4階建て鉄筋コンクリートのアパートのことで、この建物は傾いて沈みながら完全に倒れたもので、1番極端な例です。ここには地質学会の現在の会長である杉山先生がかつて住んでおられた。また当時、新潟大学教授の西田先生も住んでおられたわけで、そういう最悪のところに高名な地質学の先生が2名も住んでおられた(笑)。完全に倒壊したアパートということで、これは世界的に有名になってしまいましたが、この建物が倒れるときには徐々に倒れているのです。このアパートに新潟大学の法文学部の先生がおられまして、その奥さんは建物がだんだんと倒れていくので屋上に逃げたわけです。その間、建物はだんだんと傾斜して最後にその動きがとまった。そのときに手をかけてひょいとこえたら簡単に地面に降りられた(笑)。こういう倒れ方ですから、建物の内部構造は全く乱れておりませんし、ガラスも割れていない。人身の被害は全くない。ただし、横倒しになってしまいましたから部屋の中の家具は惨憺たる状況であった。そういうような沈み方であったわけですが、これが建築上問題になりました。このアパートは戦後すぐに建てられた応急的なビルですから基礎工事が全くない。砂をちょっと掘って固め、その上に丸石をたくさん敷いて土台としたコンクリートの建物だった。それで、こうしたことが契機となって、高層建築の基礎に関する法規が改正されることになったわけです。

ともかく私も、こういう鉄筋のビルは市内のすべてのビルについて、被害を受けているか受けていないか、傾いた方向はどうか、沈んだ深さはどれだけかということ調べました。当然、工場とかタンクの破損・沈下・傾斜という

ものも調べたわけです。

木造家屋については、基準を設けまして、全壊、半壊、それと沈下、水平移動を調べました。そうしますと、隣の家と自分の家の境が移動してしまっただけで庭が広がる、隣の家は庭がなくなる(笑)、そういう現象が至るところにみられました。地面の水平移動というのは、これはだいたい地球物理学の分野ですが、一体地面というものはどうなっているのか、割れ目もなしに広がったり縮んだりするという現象をどのように考えたらよいのか。これは構造地質学の分野も含めて一つの課題であろうかと思えます。だいたい木造の建物がうけた被害というのは、完全にペしゃんとつぶれるというよりも、家を支える柱がそれぞれ勝手な方向に向きをかえてしまい、まん中に割れ目が入るといった変形による被害が非常に多いのです。そういう木造家屋の被害を、一軒一軒、路地という路地を全部回って調べたわけです。

被害地域の地質状況

以上のようにいろいろの被害の状況を、それぞれしらみつぶしにあたって調べあげたわけですが、こんどはそれを3,000分の1の地形図に全部入れてみたわけです。そういたしますと、図2・3をごらんになると一目瞭然ですが、非常にはっきりした被害分布が出てきました。図にみるように、当時私のありました新砂丘は、全くといっていいほど異常がなかった。ただ、柱と柱の間にすきまができるとか、あるいは戸があかなくなるという現象はありましたが、ほとんど無被害といっていいわけです。

そういう被害があった地域と被害がなかった地域を区別してみますと、その境はきわめて明瞭なんです。簡単にいいますと、信濃川や阿賀野川の旧河道の形とびたりと一致するのです。昭和大橋の落橋したところとしないところの境と、右岸地域の被害のあったところとない地域の境の線を引いたところがきちんとあうわけです。信濃川の旧河道は、現在の新潟駅の方向に向かってずっと彎曲するような形で流れていたということがわかります。

また阿賀野川は現在のような位置ではなくて、河口に近いところで西の方に彎曲して信濃川に注いでいたことが、以前から古い記録で知られておりましたが、まさにその地形が、地震の割れ目の分布と、被害と無被害の地域の境界から鮮明に浮かび上がってきました。

もう一つ興味あるのは、不思議なことに西新潟のどまん中に無被害の地域があることです。この地域にはごくわずかな割れ目はありましたが、ほとんど被害はない。あたかも島のようになっている。下は砂丘であるのかないのか疑問のところですが、かつては川の中の砂洲のようなもので、その基底は砂丘性のもではなからうかと思っております。

ところで、これらの災害が最初報道されたときに、新潟市は砂上の楼閣である。砂上の楼閣はこういう惨憺たる被害を受けるのだというふうに報道され、多くの人もそのように思われたことでしょう。しかし実は、新砂丘のところは被害は全くなかったのです。ただし信濃川の右岸では新砂丘のさらに前面に、もう一つ高度の低い砂丘があります。ここに相当の割れ目が発生したわけです。しかし、さらによく見てみますと、新砂丘とその前面の小さな高まりをもつ砂丘の間には低地があって、このところに大きな被害が発生したのです。新砂丘とその前面の境のところには非常に顕著なクラック帯ができましたが、そここのところに新潟地震の象徴になった昭和石油のタンク群があったわけです。そのためにこれが非常に大きな被害を受けたのです。

このように被害を受けた場所と割れ目の分布とは密接な関係があるわけで、それは図面を見るとよくわかります。新潟地震以後、浅層地盤のくわしい状況は、たくさんのボーリングが行なわれ、それをもとに地盤図の作成が進められております。また砂の流動化現象に対する理論あるいは実験は青木先生らを中心に進められておりますから、その成果を踏まえて新しい地盤図と照合してみれば、当時考えていたよりももっと新しい事実がわかるのではないかと思います。人工造成地と300年前以降の表層沖積層以上のように被害の分布状況から、いろいろなことがわかったのですが、最後に地盤と被害との関係を要約してみますと、次のようになるかと思えます。

まず無被害の地域の新砂丘ですが、近年、この砂丘上に住宅地が西へ西へと発展していております。そうしますと、ここに宅地を造成するときは、前面の方に盛土をしますが、この盛土の上に建てられた家は被災しているのです。たとえば小針・寺尾地区にはそういう現象がたくさんみられました。しかも、砂丘と信濃川寄

りの低湿地帯の境のところに非常にたくさんの割れ目が出て家屋がつぶれたのです。新潟市内でわづか5～6名という数少ない人身の被害の出た地区がまさにこの地域で、ここは新興の造成地だったのです。余談になりますが、こうした割れ目からは大量の水が吹きだします。ある家では、吹き出してくる水を見て奥さんがびっくり仰天して腰を抜かしておる時に、だんなさんから「震源はどこだ」ときかれ、とっさに「あそこだ」と吹き出してくる水の場所を指したそうです。それほど気が動転するわけです。このように新砂丘は100%安全ではなくて、仙台の被害でも全く同じことですが、造成した砂丘上の地盤はすべて危険であるということを強調したいと思います。

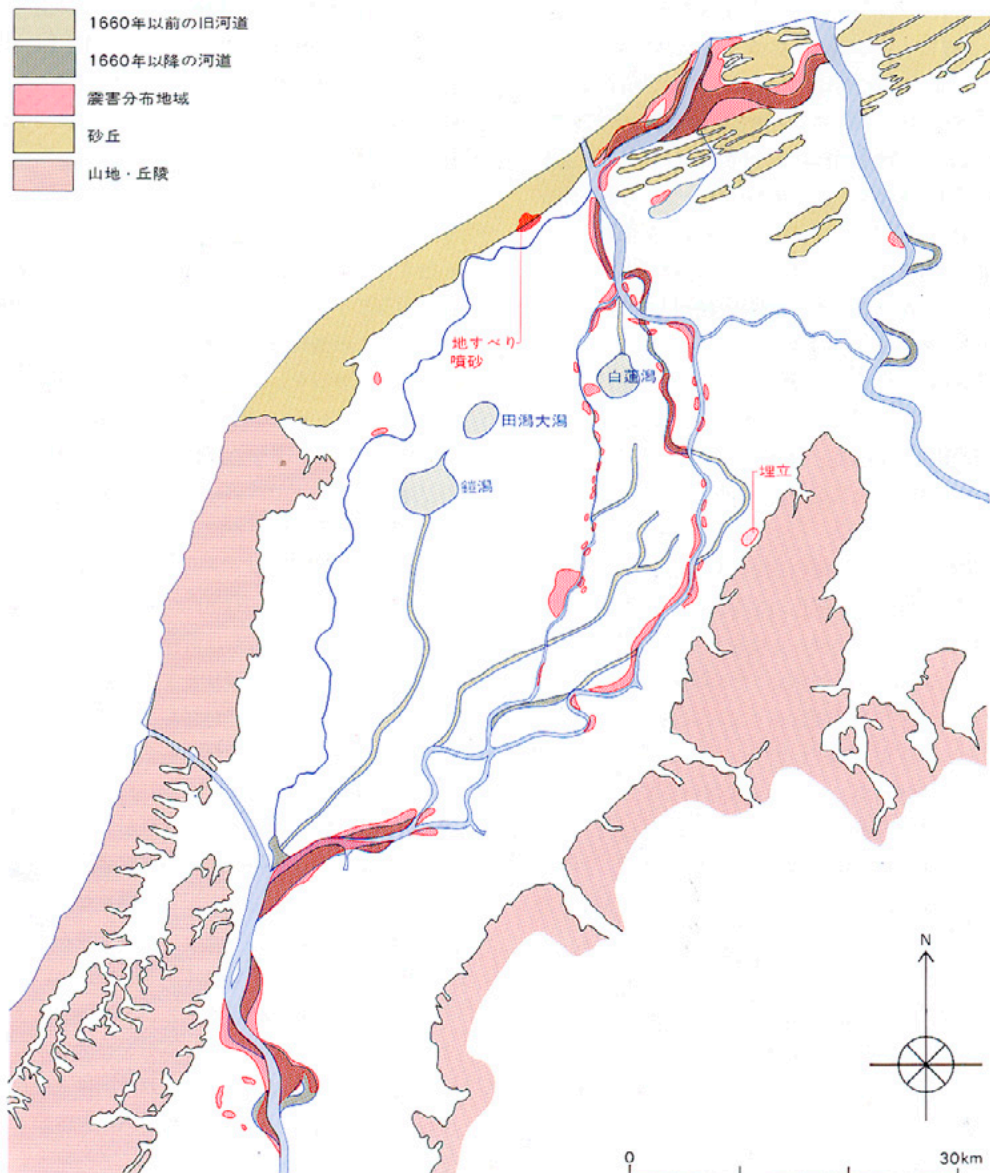
それから一口に沖積のはらん原といいますが、新旧がありますから沖積層の表層でも被害の度合い違ってきます。被災地を新しい順にいきますと、まず第1が人工造成地です。信濃川河口の両岸、特に右岸地域のほとんど大部分、それから新潟駅から現在の信濃川にいたる地域は全部新しい人工的な埋立地です。これは主として、昭和6年ぐらいから急速に行なわれた人工造成地ですが、この地域の被害が1番大きい。だいたい新潟で人工的な埋立が始まったのは大正の終りごろからなのですが、大正年間に埋立てられた地域は、ほとんど全部が被害を受けています。

それから新潟市外の河川敷の堤外地ですが、そのほとんどに現在の河道に平行して多くのクラックができましたが、その亀裂というのも川岸の方に段階的に横すべりしていくわけで、この現象は川の両岸の至るところにみることができました。こういった現河川の堤外地、および旧信濃川・小賀野川というような比較的新しい時代に河道が変遷した地域。これは自然の現象で埋立てられているわけですが、それにプラス人工の要素が加わったところに多くの被害が生じております。さきほども触れましたように、同じ砂丘でも低い砂丘、つまり現在生成されつつある新しい砂丘（浜堤）、それから砂丘といっても砂丘性の低地、これは軟弱な表層で覆われておりますが、こういうところで被害が生じた。過去の河道の変遷史と総合してみますと、ほぼ300年前以降に生じた自然あるいは人工的な造成地に被害が集中したということがいえると思います。

なお、新潟地震の1番の特徴であり、現在でも非常に多くの関心が持たれて研究が進められている砂の流動化現象ですが、この問題は非常にむずかしい要素を含んでいます。しかし先ほど申し上げましたように、理論あるいは実験も成果をあげており、それにボーリングによる地盤図、さらには私どもが足でかせいでつくった噴出砂の分布、こういった諸々の成果が照合され、それらの関連が確かめられれば、間もなく明らかになることと思えます。そうしたときには、ほかの開発の進んでいる都市に対しても、地震の防災対策に関してかなり有効な提言をすることができるのではないかと考えております。建造物の基礎をめぐって

最後に1つだけつけ加えますが、低地では約10m～20m掘りますとN値が25くらいに急速に増加します。結局、N値が25以上のところに建物の杭が入っていなければ、それ以後の杭は流動化現象によって支持力を全く失ってしまう。そうしたときには、N値25以上の硬いところに入っている他の支持杭、あるいはN値がもう少し低くても土台になる柱が十分長くてフリクションによってかなり支えられるということがあった場合には、被害がないか、あったとしても非常に少なかった。建物の脚部がN値20あるいは25以内のところにとまったものは例外なく被害を受けたわけで、表向きは非常に立派な建物でも足元に金を使わなかった建物は一様に

図2・4 - 震害分布域と旧河道



<青木・茅原図>

やられたわけです。ただ副産物がありまして、傾いたり、沈んだりした建物をどうして復元するかということいろいろ知恵をしぼったあげく、たくさんのオイルジャッキをならべて徐々に建物を持ち上げる方法を発見したわけです。これには地盤がまた問題なんで、持ち上げる時にまた沈んだのでは復元できませんが、その辺もうまく解決して、こうした復元工事がいたるところで行なわれました。ジャッキをたくさんならべて1日何mmという速度で少しずつ正常に戻してゆく。ですから傾斜している建物で働いている人々は執務したままなんです。そのうちに建物はだんだん持ち上がって、いつの間にか元に戻ってしまった。こういう技術が新潟の場合に進んだわけです。

じつは本日の座談会にこの建物を使ってほしいと進言したのは私でございますが、この建物はこちらの方に向ってほんの少し傾いております。こっちに歩くときには加速度がつく(笑)。大きい建物なので持ち上げるにはちょっと金がかかり過ぎる。また持ち上げなくてもさして支障はなく、知らない人は全く気がつきません。ですからそのまま使っているわけですが、編集者の方をはじめ新潟地震を体験しておられない方々に、こういう事を身体で味わっていただくという意味でここを進言したわけでございます(笑)。この辺で終わらせていただきます。

流動化した砂の分布域

編集 流動化した砂がどの辺に分布しているのかという問題は……

青木 その分布域のたいたいの見当はついていきます。図2・4の赤色の部分が、茅原先生の調査資料や建設省のデータにもとづいた新潟平野全域の震害分布図です。これがすべて流動化した地域かどうかは断言できませんが、新潟市内のケースとよく似ていて、たいたい信濃川・中ノ口川の河川沿いや旧河道に集中しております。例外は、茅原先生のお話しにありましたように新潟市西部の寺尾付近の噴砂地帯です。また、河道ぞいといっても、新潟平野の西部を流れる西川沿いには、被害がほとんどありません。それで信濃川の過去の河道の位置とてらしあわせてみたのですが、それが図2・4で、こうしてみますと、震害分布域はほぼ300年前以降の河道位置と一致する。300年前以前の河道には被害がでないことがわかったわけです。

新潟平野の地盤沈下

地盤沈下の歴史

青木 現在、信濃川の流域で地盤沈下が生じているのは、新潟市付近と長岡と魚野川沿いの六日町の3カ所です。長岡は1昨年から、六日町は4～5年前から沈下が生じていますが、何といても規模の大きいのは新潟市付近です。さきほど高野先生のお話しにもありましたように、これまでの測量では信濃川河口周辺では自然の沈下量として、大体年間に3mmとか4mmという値が出されているわけですが、昭和30年から沈下のスピードが非常に速くなってきた。それがはっきりと確認できたのが図3・1です。これは検潮儀の記録した潮位の変動を示した図で、新潟港の潮位だけが昭和30年から急に上昇している。日本海の潮位が上がったとすれば、他の港も同じ傾向になるはずですが、ですからこの図に示された記録は、新潟港だけが地盤沈下がって相対的に潮位が上がっていることをあらわしている。これが新潟平野の地盤沈下の始まりを示す唯一のデータです。こうして地盤沈下が始まったのですが、最も沈下の激しかった時期は昭和32年で、その時は年間約50cm下がりました。この当時の地盤沈下の記録は、1日何mmという表現をしております。一番ひどいところは新潟港付近で、1日当たり42mmという記録が残されています。そのスピードは、いまの日本の地盤沈下のスピードの中では最高の記録です。そしてこうした沈下のために地盤の高さが低下していったゼロメートル地帯が出現します。図3・2は、昭和34年につくられた地盤高図ですが、これをみても、常時水面下の地域がいかに広いかがよくわかります。また、沈下のはげしい新潟港では堤防がだんだんと下がってしまい、堤防がほとんど海にもぐってしまうというようなひどい状態が起きました。新潟港の少し西に日和山海岸というところがありますが、そこには導流堤といって海の方に突き出た堤防が築かれています。ところが昔築堤したものは、いまは海の中に沈んでしまっている。現在そのわきに新しい堤がつくられておりますから、波の静かなときには昔の堤をみるができます。このようにして地盤の高さが全体として下がってくるために、こんどは新しく海水の浸水域が発生し始めます。おまけに堤防その他も下がる、それから排水路が効かなくなってくる、そ

うことで被害がだんだん大きくなっていく。新潟港周辺にはいろいろな工場群がありますが、これらのすべてが被害をうけるわけで、浸水による被災額は47.5億円、工場生産額の損害は41.5億円(昭和34年当時)といわれます。このため全国の地盤沈下地域では珍しく企業による被害者同盟が誕生し、現在も会合を続けております。

その次の段階は昭和34年頃からで、内陸部といっていますが、白根市の周辺域に地盤沈下が生じ始めました。この場合は用水が逆流したり、取水ができないという障害で、気がついて調べてみたら年間10数cmもの沈下を生じていたことが始めてわかった。このために、内陸部では稲作の被害が出てきた。図3・3が昭和34年から52年までの沈下地域での累計沈下量です。図にみるように最もはげしいのは寺尾です。34年からの累計で約2mの沈下、寺尾を中心にして海岸部に沿っての沈下が目立ちます。

沈下地域の地質構造

次に地盤沈下地帯の地質ですが、これはさきほどからいろいろと話題になっている沖積層の問題と深く関係しておりますが、ただ新潟平野は第三紀層及び洪積層も非常に厚く発達しています。図3・4の断面図は、非常に簡単ですがその地層を示したもので、図にはG層(礫のグラベルのGとガスのGの両方をとったもの)と名づけた礫層がたくさん狭まれております。G₁層以上がいわゆる沖積層(注1)、その下位のG₂層までが洪積層、それ以下は新第三紀層と区分しています。それから、図3・5はG₁層の上限がどのような深さで分布しているかをみたものですが、図にみるように新潟平野の中央部には大きな向斜 沈降域があり、大体500mくらいの厚さの地層がたまっている。それから先ほどの茅原先生のお話しにありました新津から阿賀野川の河口に抜ける隆起帯も見られます。

地盤沈下の原因をめぐって

さて地盤沈下の原因ですが、新潟では過去に異常な論争が行なわれ、いまだに論争の尾を引いております。当時、天然ガス原因論の人が新潟へ来た時、夜はこわくて町を歩けなかったという話を聞いたことがあります。それほど猛烈な争いがあったわけです。いろいろの説(p.37左段)がだされまして、これは現在もまだ完全に決着はついておりませんが、一応地下水(水溶性ガス)の急激な汲み上げが地盤沈下の主因

図3・1 - 第一港湾局管内各月平均潮位推移

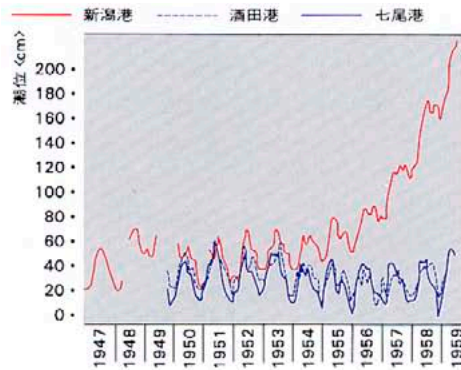
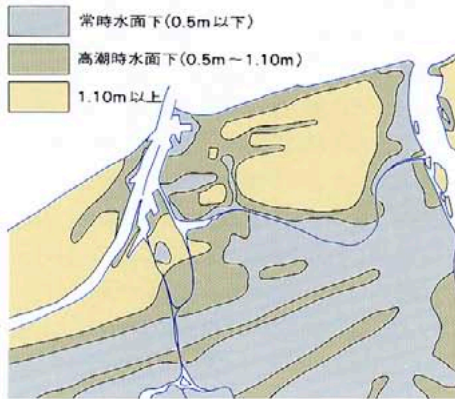


図3・2 - 地盤高図 (昭和34<1959>年4月)



●地盤沈下の原因説

過去において提出された地盤沈下の原因説は次の通り。
 ㊸地球の温暖化に伴う極氷溶解に基づく海面上昇説
 ㊹日本海沿岸の全般的な沈下があるとする説
 ㊺新潟地方に特有な地殻変動とする説
 ㊻新潟沖積層の自然圧密とする説
 ㊼海岸侵食の影響であるとする説
 ㊽港湾浚渫が軟弱地盤を動かすとする説
 ㊾農地の乾田化による地盤収縮とする説
 ㊿地下水の急激な大量揚水とする説
 これらの8原因説にたいして、昭和34年(1959)6月に資源調査会は、<新潟の地盤沈下の主原因は、地下水の急激な大量揚水であるとする説を重視せざるを得ない>との結論をまとめ、昭和35年(1960)6月の報告で、各原因説の検討を行っている。
 ㊸の海面上昇については世界中の記録から否定される。
 ㊹と㊺の地殻変動・自然圧密は、年間7~8mm以下である。
 ㊼の海岸侵食による砂丘の地すべりや波浪の振動による地盤の締固め説は、実証的資料が得られない。
 ㊽の浚渫は、局所的なものである。
 ㊾の乾田化は、影響があったとしても他の広い地域まで影響を及ぼさない。
 以上のような消去法を行なって、地下水揚水説を妥当としたのである。論議の過程では、水準点の設置の件や、ガス井戸分布と沈下量分布などの不一致なども問題にされているが、その後の地下水揚水規則と沈下量の推移をみると、資源調査会のこの結論は、地盤沈下の主因として妥当なものと考えられる。(青木)

図3・3 - 新潟平野のガス井分布図と累計沈下量曲線 <昭和34年~昭和49年>

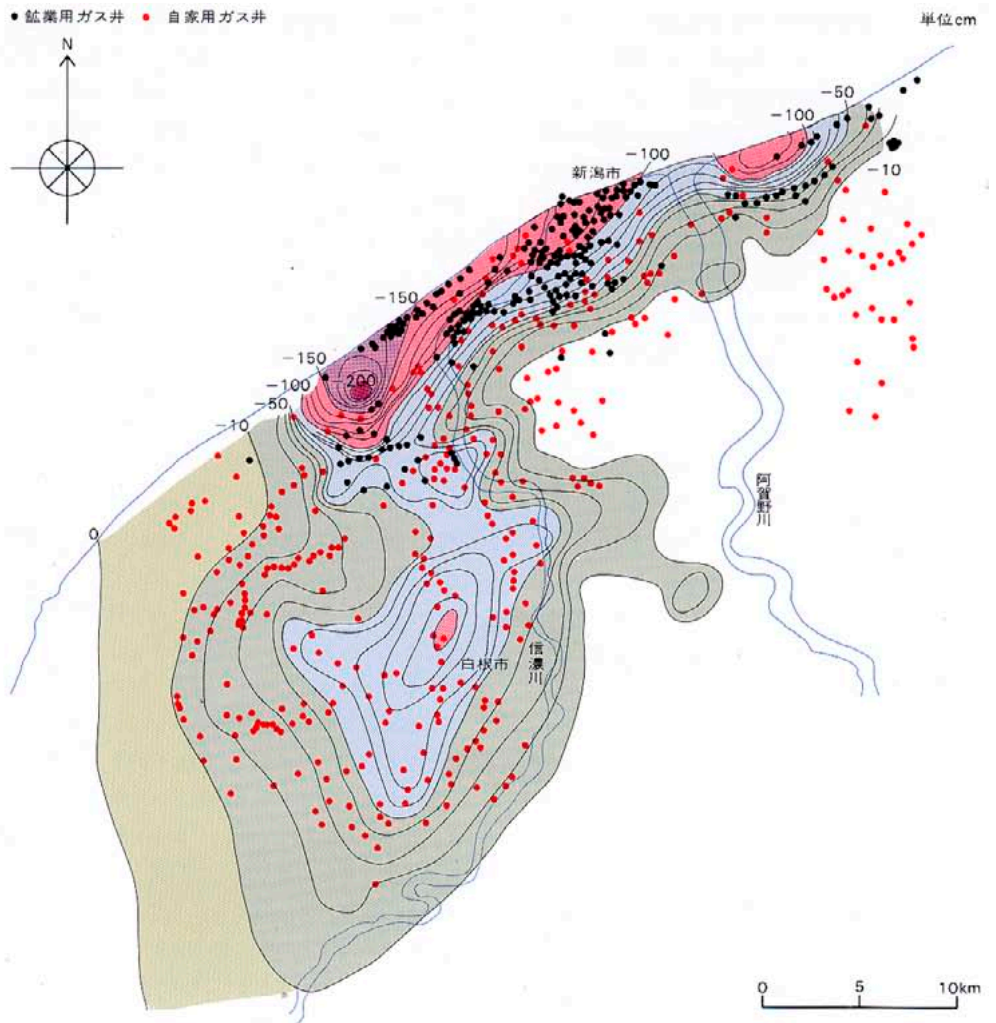


図3・4 - 新潟平野地質断面図

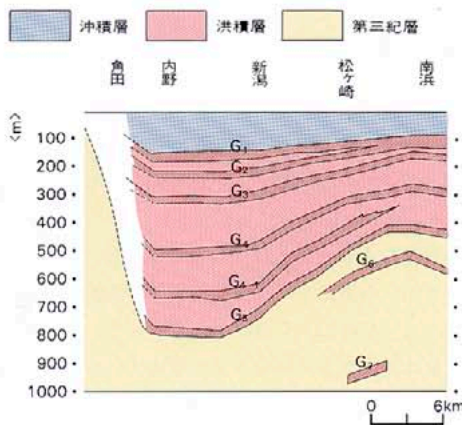
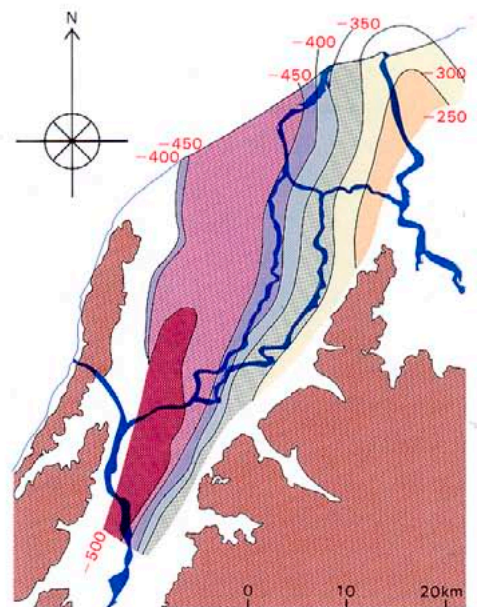


図3・5 - G₁層上限地下構造線



であるということになったわけです。
ガス井による大量の地下水汲み上げ
そうしますと、対策の方も地下水の問題にしばられてくるので新潟平野の地下水の状況を調べてみたわけです。まず自由地下水 地面を掘っていきますと1番最初にぶつかる浅い方の地下水ですが、これは、新潟の沖積平野では表層の砂丘とか自然堤防の砂とかそういったものも入っており、砂丘では深さ20mぐらいのものもありますが、大体深さ1m以内です。そういった浅層地下水の下位には、沖積層や洪積層の砂の中にはもちろん地下水が含まれていますが、深い方ではG層の部分に、主としてメタンガスを含む地下水が分布しています。この水はかなりの塩分を含んでおり、海水に近いものです。したがって飲用水にはとてもできない。そういった水質の帯水層がある。
では地下水をどう利用しているかといいますと、新潟平野は砂丘を除くと地下水は飲用に適しません。低地の表層の地下水も鉄分が多くてほとんど飲めない。砂丘ではかつて水道に利用された地下水もありますが、その実態はよくわかっておりません。新潟平野での地下水利用というのは、それに含まれるガスを利用することができるようになってから、ガスと水を分離する方法が発見されてから本格的に始まるんです。ガスの利用といいましても、それは大きく2つに分けられます。その1つは、いわゆる鉱業用ガスです。いろいろな化学原料に使ったり、あるいは一時は交通会社がバスの燃料として使ったことがあり、大学の病院でも使っていたことがあります。これはG層以深の帯水層から汲み上げるのでかなり深いところを掘る。このガス利用は、戦後発見されたので昭和21年頃から28年頃にかけて大量のガス井戸が掘られ、利用されました。ちなみに図3・3に、すでに廃止されたものも含まれますが、鉱業用ガス井戸の分布を示してみました。昭和34年頃、地下水を最も多量に汲んでいたピーク時では、深さ2,000m以浅のもので大体450本、それが海岸部には図のように集中していたのです。ガスと共に汲み上げる地下水量は、1日約60万 m^3 。東京の江東地区で地盤沈下が1番激しかった時の地下水汲み上げ量は、1日約17万 m^3 です。ですから新潟の場合がいかに多かったかよく分かります。それからもう1つのガス利用というのは、自家

用ガスなんです。これは現在、白根あたりで見られますが、各農家で簡単な井戸を掘る。以前は自噴していたのですが、最近では大体150mぐらいの深さまで掘ってポンプで汲み上げるのです。いわゆる沖積層 白根層の中の砂泥互層部には天然ガスが含まれているので、それを利用しているわけです。図3・3では、この井戸の数を部落ごとに集約して描いてあります。1つのマルは、多いもので30本、少ないものは10本ぐらいの数を示しています。図中の曲線は、さきほどの累計沈下曲線です。そうしますと、阿賀野川の右側の方を除いて大半の井戸が、この沈下曲線内に入ってしまう。ですから、この両者の地下水の汲み上げが地盤沈下に重要な影響を与えていることがよくわかります。
では、過去の地下水の汲み上げ量が、どういふぐあいであったのかということなんですが、従来役所からだされているいろいろの報告書を調べてもよくわからない。それでどうしても深さ別のものが知りたいので、もう1度井戸のデータを集め直しまして、それをコンピューターで集計をしておいたのです。新潟平野全体の集計が図3・6です。このうち地盤沈下地域については、メッシュを入れた地区ごとにG層からG₂層までの揚水量を集計したものが図3・7A。そして図3・7Bは、同一のメッシュによる地区別の累計沈下量です。こうしてみますと、揚水量の大きさと沈下量の大きさはほぼ一致していることがわかります。なお、沈下した地面の体積と汲み上げた水の量の体積の比を計算してみますと、この地区での平均は3.59という数値になります。すなわち地面の沈下体積の約3.6倍の水を汲み上げているということになります。この数値は、南関東の方で計算したものがありますが、それは平均で5とか6なので、いわゆる地盤沈下地域の揚水量と沈下体積の比としてはまあまあという値を示しております。
それからさきほど、図3・6に示されていることですが、自家用ガスは大体昭和32年頃から増え始めて、41年頃からはほとんど変わっていない。それに対して水井戸揚水量が増えています。たとえば消雪用井戸、工業用井戸、農業用井戸、水道用水、そういったガス以外の目的で掘った井戸で、こういう井戸が新潟平野では42年頃からだだんに増えてきております。これらの井戸の場所ははっきり分かれておりまして、主に分布するのは加茂から三条、長岡の地域です。

この水井戸が増えてゆく分布域は、地質のパターンと関係あるかもしれませんが、地盤沈下とはいまのところあまり関係はなさそうです。
6次の揚水規制と地下水位及び地盤の変化
以上述べてきたように地盤沈下をとめるには、結局、地下水を取るのを抑えることが唯一最大の対策になるわけです。しかし、新潟の場合には普通の地下水ではなくガスを伴っておりますので、法律的には自主規制という方法しかない。鉱業用ガス水を汲み上げている会社が自主的にやめる以外にはないわけです。そういうことで表3・1にみられるようないろいろの規制がこれまでにこなされてきました(注2)。この規制のうち、36年のはどういふのかというと、地盤沈下の最もひどい区域は全面的に禁止する=A地区、深い方の地下水汲みあげを禁止する=B地区、従来の実績の範囲内でそれ以上増やさない=C地区。こういう形で規制したわけです。その結果、図3・8にみるように規制が始まった34~35年頃から地下水位がどんどん上がり始めた。ところが38年頃から水位が横ばいになっている。つまり規制が始まる34年以前はものすごく急激な沈下、規制が始まって水位が上昇した時には沈下速度がちょっとにぶつてきて、その後水位が横ばいになると沈下は相変わらず続くというパターンを示したわけです。そして39年には、さきほどの新潟地震がおこりました。当時、地盤沈下による被害は、最初に申しましたように非常に莫大なもので、その対策が深刻な問題となっていたのですが、ところがこの地震によって、この問題の大半が片付いてしまった。地盤沈下によるいろいろな被災の対策が地震による対策とごっちゃになりまして、その大半を一挙に解決してしまっただけで、たいへん奇妙に思われるかも知れませんが、新潟地震はまさに救いの神だったのです(笑)。
39年にはそういうこともありましたが、しかしその後水位は相変わらず横ばいで、なおかつ沈下が少しずつ進行する。そのため48年には思い切った対策がとられた。簡単にいえば汲み上げた水を全部地下に戻すという方式です。それを48年の10月時点で一斉にやった。その結果が図にみるように水位がどんどん上がりまして、一番上がったところでは年間20mもアップしました。その結果、図3・9にみられるように、注入地区を中心に地盤が隆起しました。最高はプラス2.8cm、大体1年に2cmぐらい隆起しました。

図3・6 - 各用途別井戸揚水量

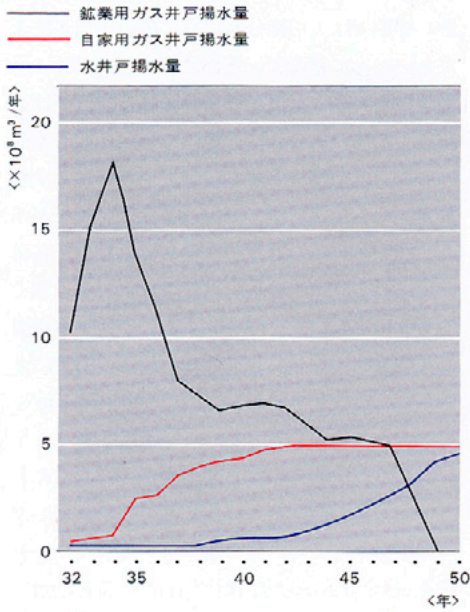


図3・8 - 地下水頭の変化（山の下地区）

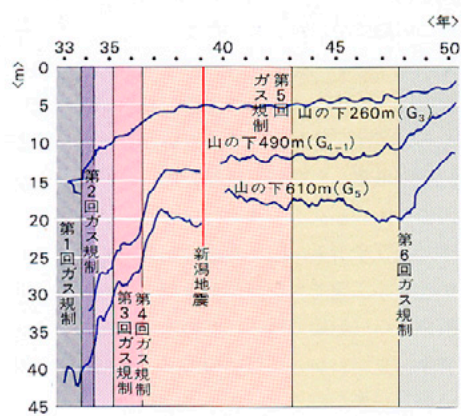


図3・9 - 6次規制後の沈下量曲線（1）

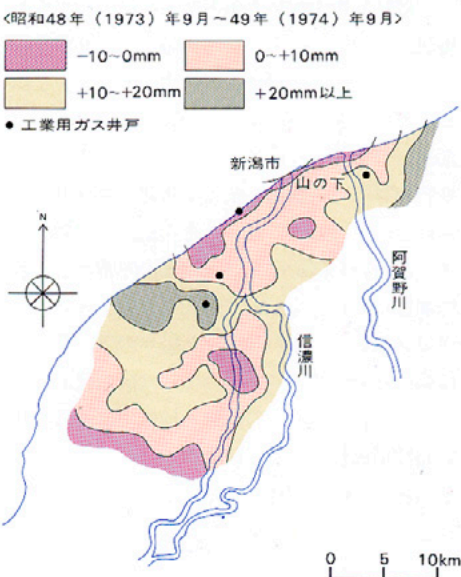


図3・7A - 地区別累計揚水量

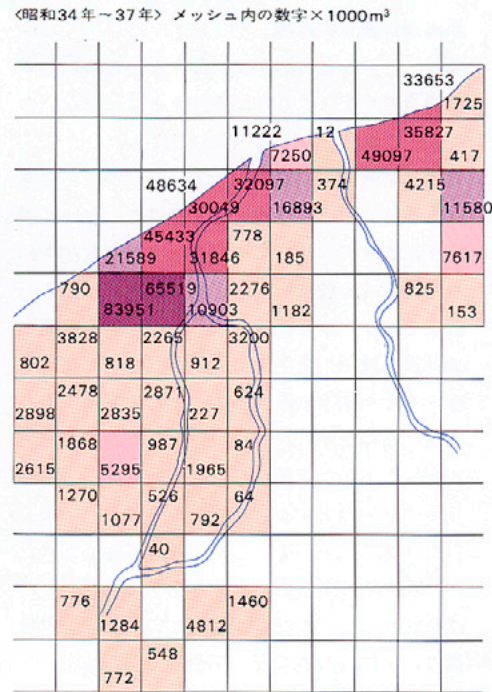


図3・7B - 地区別累計沈下量

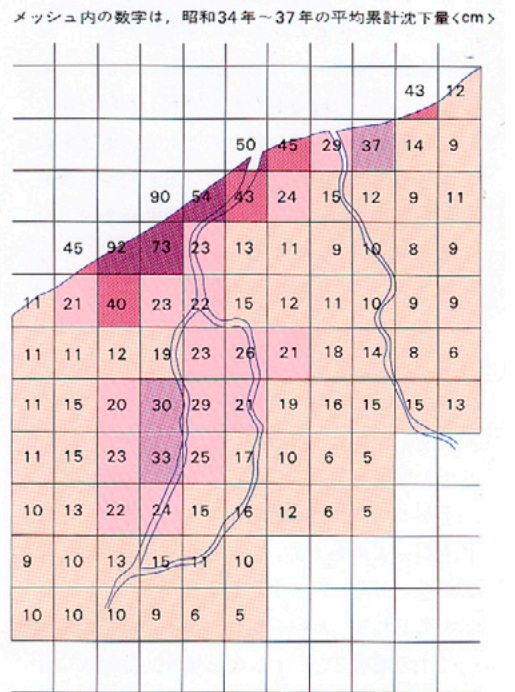


表3・1 - 鉱業用天然ガス採取規制の経済

| 規制名 | 規制年月日 | 内容 | 規制規模 | | |
|-----|--------------------------|---|------------|---------------------------|------------|
| | | | 坑井数 (本) | ガス量 (m ³ 日) | 水量 (㎥日) |
| 1回 | 自粛規制 昭34.2 | 沈下の最も激しい港湾付近の山の下の地区に鉱区を有する天然ガス鉱業権者の協力を得て、天然ガス鉱業会が自発的に採取の制限を行った | 60 | 76,000 | 60,000 |
| 2回 | 通産大臣 勧告規制 昭34.9.11 | 通商産業大臣の勧告により、新潟市街地を中心とする地域における天然ガス採取の全面的な停止（9月1日）、特定坑井（需給調整のため停止を延期した坑井）の採取停止（11月1日）が行われた。ただし租鉱権者など小企業者の採取を残留 | 82 | 145,000 | 125,000 |
| 3回 | 自主規制 昭35.7 | 天然ガス鉱業会、新潟県天然ガス協会が提出した排水規制要綱を通商産業大臣が承認し、G ₆ 層以浅の坑井からの排水量を沈下の激化した年の前年、すなわち昭和31年における排水量約1日当たり25万m ³ 程度にすることを定めた | 83 | 160,000 | 141,800 |
| 4回 | 通産大臣 勧告規制 昭36.11 | 通商産業大臣の勧告により、A地域における天然ガス採取の全面的な禁止、B地域においては、G ₆ 層以浅の層からの排水を禁止、G ₇ 層以深の層からは従来の実績の範囲内で採取（排水）、C地域については従来の実績の範囲内で採取（排水）することとした | 75 | 66,700 | 161,700 |
| 5回 | 自主規制 昭43.7 | 天然ガス鉱業会は、新潟県の地盤沈下対策に基づく要請と通商産業省の指導に応え、鉱業権者の協力を得てC地域におけるG ₆ 層以浅からの排水を自主的に停止することとした | 17 | 6,000 | 13,800 |
| 6回 | 自主規制 昭47.10~昭48.9 | 天然ガス鉱業会は、新潟県の地下水総合規制対策の一環のもとで要請と通商産業省の指導に応え、鉱業権者の協力を得て、新潟地区における、ガス坑井からのすべての排水については、地上排水を停止することとし、すべて地下還元する方式となった | 127 | 55,600 | 177,360 |
| 合計 | | | 444 | 509,300 | 678,660 |

非常にうまくいって大喜びしたのですが、ところがその翌年にまた下がってきた。それで、これは地震の前兆であると間違われまして、その年はちょうど川崎でも地盤が隆起した年だったので、地震予知連絡会議の人がとんできました。ところが翌年は逆に上がっているのです。現在もこの通りで地盤が上がったり下がったりという状態が続いております。

いま、この現象の解釈をすすめているところですが、水を注入した時にどうしてふくらむのかということは、簡単に説明できるのです。水は、G₆層とG₄層の間に入れたり出したりしているのですが、ふくらむのはG₆層より下の1,000m以下の地層が主にふくらみました。最初、水位が下がっていたのに水を注入されて急激に水位が上がってきますと、上がった部分の地層に浮力が効いてくる。そうしますと、その下位の地層面にそれまで加わっていた荷重が軽くなる。この下の地層というのは泥岩です。泥岩というのは実験でもわかっていることですが、荷重をぱとはずしますとすぐにふくらみます。隆起するのは、それと同じ現象だろうと思うのですが、実際には、その後まだ下がったり上がったということが続いているわけで、その辺がど

うも解せないのです。

新潟海岸侵食の原因
 編集 さきほどの図1・1にありました新潟海岸の侵食ですが、これは地盤沈下とは関係ないのでしょか。

青木 地盤沈下の原因論争で、海岸侵食が地盤地下のせいだという説とそうではないという説とがだされております。海岸侵食が地盤沈下の原因だとする説は、海岸侵食によって砂丘や河底中の地下水が海に流出する。そのために海岸部付近の沈下が発生するというもので、これは今でも地盤沈下の原因の1つとしてあげている人もいます。しかし海岸侵食は、地盤沈下が発生するかなり前から生じていたので、地盤沈下のせいだとする説は明らかに間違いです。ただ、地盤沈下によって海岸侵食が促進されたという事情はあったかも知れません。

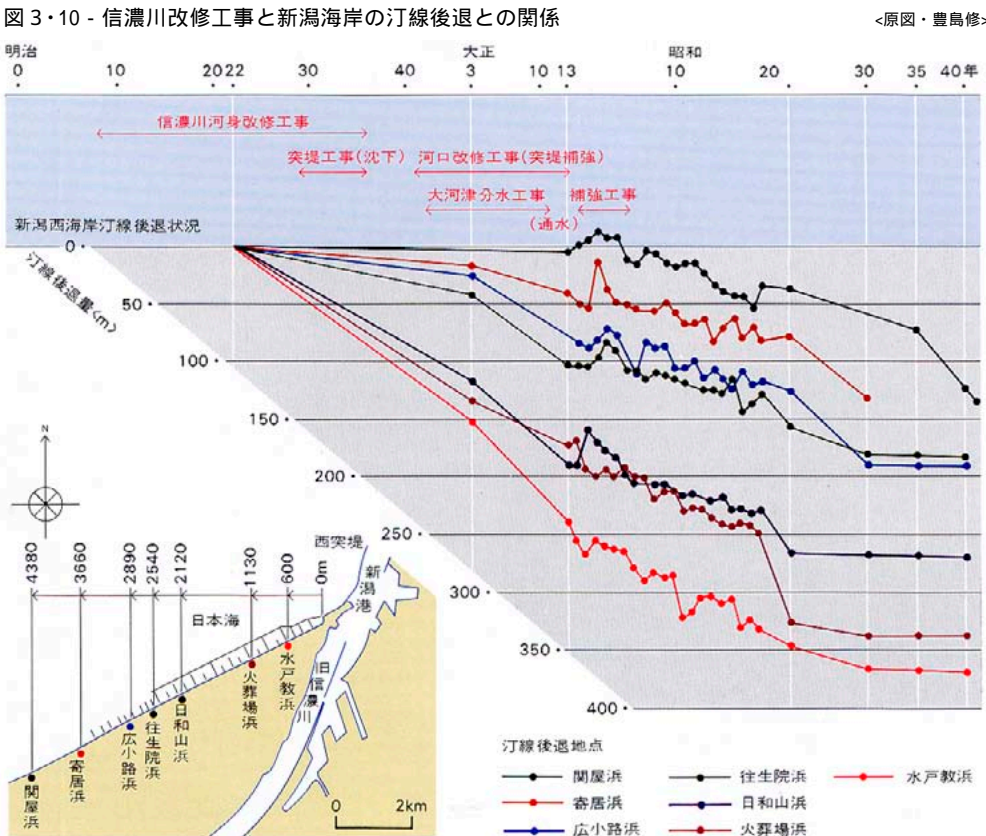
図3・10をみていただければわかるように、海岸侵食は、新潟港の西突堤を築造してから始まり、大河津分水の通水後に多くの土砂が寺泊付近に堆積して新潟の河口に土砂の供給が少なくなったため海岸侵食が促進されたという事実があるわけです。つまり主要な原因は、新潟港の工事と大河津分水工事という人為的なものなのです。

そのため新潟市はひろい砂浜をなくし、その反面、寺泊では大河津分水河口に広い土地ができてたいへんに喜んでるわけです。

堆積盆地の厚い地層が表層の変動を特徴づける
 編集 新潟の場合には、他にくらべてすごく深いところで地盤沈下をおこしているわけですね。

青木 そうなんです。海岸の場合は、井戸が深く、深いところの地層が収縮しているのが特徴です(注3)。ほかの新潟以外の区域ですと深くてもせいぜい200~300mぐらいの地下水を汲んで地盤沈下をおこしている。新潟の場合はガスという特殊なものがあるので500~800mぐらいのところからとっている。そうしますと、800mぐらいまでの深さの地層がそんなにやわらかいものだろうかということが問題になったことがあるのです。そんなに深い地層は、いわゆる岩石に近いのではないかとということなんです。ところが新潟の第三紀層というのは関東あたりの第三紀層とは違って、かなり下までやわらかいのです。なぜやわらかいかというと、平野の地下の第三紀層が非常に厚いのです。海岸部では、5,000m掘っても第三紀層が抜けにくいぐらいです。それだけ厚いということは、第三紀層の堆積した場所(堆積盆地)がどんどん沈んで、土砂が次から次にたまったということなんです。そうすると、固まる速度がおそくなって、かなりの深層でも収縮がおきやすいのです。

編集 第三紀層の厚さはどのくらいのですか。
 青木 まだわかってないのです。ただ非常に厚い第三紀層があるということは間違いのないのです。この問題は地震にも関係しているのです。じつは私も新潟に来てから2~3回ほど小さな地震を経験していますが、新潟の地震というのはゆっさゆっさと揺れるのです。関東のようにガタガタと揺れない。二日酔いと間違えるような揺れ方をするわけです(笑)。それで、最近地震の専門家が新潟に来て、新潟の地盤の震動調査をやったわけですが、その結果、震動のタイプからいえば新潟というのは、非常に厚い軟弱地盤だということを言わないとちょっと説明ができないということです。というのは、新潟では第三紀層が非常に厚いために地震の波の伝わり方や地表の震動などに他の地域ではみられない特性はあらわれるということなのです。



注1 = 現在の糸静線は島弧変動期に生じ、本来のものは、古第三紀に生じたものと思われる、先糸静線とは後者のことをさしている（藤田）。

新潟堆積盆地とその背景

フォッサ・マグナの構造

藤田 新潟平野というものを単に平野部だけでなくその周辺に山地部をも含めて、この地域の基盤の地質構造がいつ頃から発生し、どのような過程をへて発達してきたのか その辺のことを構造運動の観点からごく大ざっぱにお話したいと思います。

表4・1は、新潟地域の地質構造の発達史の概略ですが、この対比表でわかるように、この地域の構造を根本的に規定したものは、やはりフォッサ・マグナの地質構造だと思います。周知のようにフォッサ・マグナというのは、東は柏崎と銚子を結ぶ柏銚線、西は糸魚川と静岡を結ぶ先糸静線(注1)にみられる深部大断裂で、この2つの構造線は、日本列島の東西の古い地質構造を分断するかたちで南北に走っております。フォッサ・マグナ地域でも、古生代や中生代の地層がその地下にかくされているのですが、現在のところこれらの古い地層が、地下にどのようなかたちで分布しているかは重要課題の一つで、これについては、本誌前半分に収載される茅原先生の説が注目されます。

では、このフォッサ・マグナ構造がいつ頃発生したのかということ、それは約5,500万年前の古第三紀の時期です。このことは、古生代や中生代の地層がすべてこの断裂によって切られているのに対し、新第三紀以降の地層がこの構造線とは関係がなく、むしろそれが断裂部にそって分布していることから、その時期を推定できるわけです。同時にまたこの事実、新第三紀以降から今日にいたるまでの地層の発達、このフォッサ・マグナ構造によって大きく規定されていることを意味しているわけです。

表4・1では、フォッサ・マグナ形成に対応する地殻変動をポニン変動に対比しておりますが、このポニン変動というのは、伊豆・小笠原・琉球などにみられる火山活動のことですが、広島変動末期の古第三紀の火山活動やグリーンタフ変動初期の火山活動を含めた内容をもって、深部断裂にともなって生じた非常にはげしい各種の火山活動によって特徴づけられています。大陸におけるこの前後の時期を地殻変動と関連させてみると、この変動はグリーンタフ造山運動の前ぶれと考えられるのです。

グリーンタフ変動 厚い堆積盆地の形成

フォッサ・マグナ構造の形成後、ひき続いて新第三紀の中新世(2,250万年前~500万年前)に発生したのがいわゆるグリーンタフ変動です。さきのポニン変動とこのグリーンタフ変動をあわせて、私は、グリーンタフ造山とよびたいと思っています。そしてこのグリーンタフ変動によって、この地域の堆積盆地の基底がきめられます。グリーンタフ変動というのは、最初、大小の多くの陥没盆地群が発生して、そこに初期火山活動の噴出物をためることから始まります。そして、一般の造山運動と何じく、これらの陥没盆地群が全体として沈降して地向斜の海となって厚い地層を堆積し、沈降のクライマックスで変成作用がおこり(グリーン・タフ^{グリーン・タフ} 緑色凝灰岩の生成)、次には地向斜海の中心域が次第に隆起して台地から山地となり、その周辺域に褶曲構造を発達させるいわばこういった一連の過程をたどるわけです。この変動を東北日本についてみますと、この運動の中心が東から西へ移動するかたちで変われるのです。つまり、沈降の中心部である堆積盆地群は、現在の脊梁山脈の位置から次第に日本海側に移動してくるのですが、そのさい、この堆積盆地の移動は、東側が隆起しつつ西側が沈降するという形態をとります。ですから堆積盆地内の地層は、新しい地層ほど西側に厚く東側で薄いという特徴をもっています。いわゆる将棋倒し構造です。こうして沈降盆地が日本海側に移ってきます。ところがその頃(後期中新世)には、すでに地向斜海の全体が隆起して陸化し、グリーンタフ変動は終末期の段階に入ったものと思われる。こうして東北日本の日本海側には、厚い地層でうまった堆積盆地が残されることとなります。

図4・1は、グリーンタフ変動の時代に形成された新潟地域の堆積盆地の姿で、この図には、中新世中頃の津川期に発生した陥没本地のヘリの様子に加えて、中新世末に近い寺泊期の地層の厚さが描かれています。図にみるように、グリーンタフ変動からとり残された古い基盤地域が当時の陸地となっている以外は、フォッサ・マグナ地域から東北一帯にかけてすべて沈降して海となり、そこに海成の厚い地層を堆積したのです。この図には寺泊層の厚さしかいれておりませんが、中新世の地層のすべてを合わせると非常に厚いものになるのです。

また図には、崖錐性礫の分布を示していますが、

この礫は、陥没盆地のヘリが数百メートルの急崖となっておちこんでいたことを示すものです。これらの陥没盆地の大きさは大小さまざまですが、その分布状況は、古い基盤をこわしてそこに割り込むような形で、つまり、基盤を地塊(ブロック)状に割る形で発生したグリーンタフ変動の性格をよくあらわしています。

また堆積層の等層厚線が、鮮新世に入ってから、この堆積盆地に発達した大規模な褶曲構造と関連するような形で分布しているのは大変興味があります。とりわけ面白いのは、褶曲構造のうちの背斜が、主として堆積盆地のヘリの地層の薄い部分、つまり図4・3の両側の隆起地域に集中して発達していることです。

島弧変動 現在の山地部と平野部を決定

ところでグリーンタフ変動は、中新世の末期にはそのエネルギーをほとんど失ってしまい、約500万年前の鮮新世に入ると、新しいタイプの地殻変動があらわれます。それが島弧変動です。この変動は、グリーンタフ変動後、新しく生じた深部断裂や以前の古い断裂を境にして、基盤が水平方向に10km~200km程度の多角形の大ブロックに分かれ、それらがさまざまなかたちで隆起するというものです。いろいろの証拠から、この時期には汎世界的な大海進があり、それに照応するかのように日本列島全体が浮き上がるようなかたちで隆起したこともわかっています。そのために、この変動はグリーンタフ造山末期の隆起と区別されます。そして基盤が隆起する過程で、一部のブロックは傾きながら沈降します。つまり将棋倒しの構造がすすむのです。こうして、これらの沈降ブロックが鮮新世以降の日本各地の堆積盆地となり、隆起ブロックが現在の山地部となるわけで、現在の日本の山地部と平野部を分ける大まかなりんかくは、だいたいこの変動によって定められているのです。

島弧変動の特徴 隆起・断裂・陥没

図4・2は、島弧変動によって生じた新潟地域の堆積盆地の姿ですが、何よりもここで特徴的なものは、南西-北東方向に新しく発生した新発田-小出線です。それは、殆んど一直線状に長さ70~80kmにわたって伸びる断裂です。西の方は、フォッサ・マグナ形成時(古第三紀)の先糸静線が利用されたものと思われ、それよりやや東よりにずれた位置に断裂が生じています。これは糸静線とよばれています。このように、島弧変動による堆積盆地というのは、新発田

図4・3の凡例

| | | | | | |
|---|-----|----|-----|----|-----|
| N | 西山期 | S | 椎谷期 | Nt | 七谷期 |
| H | 浜忠期 | Te | 寺泊期 | T | 津川期 |

表4・1 - 新潟堆積盆地の構造発達史

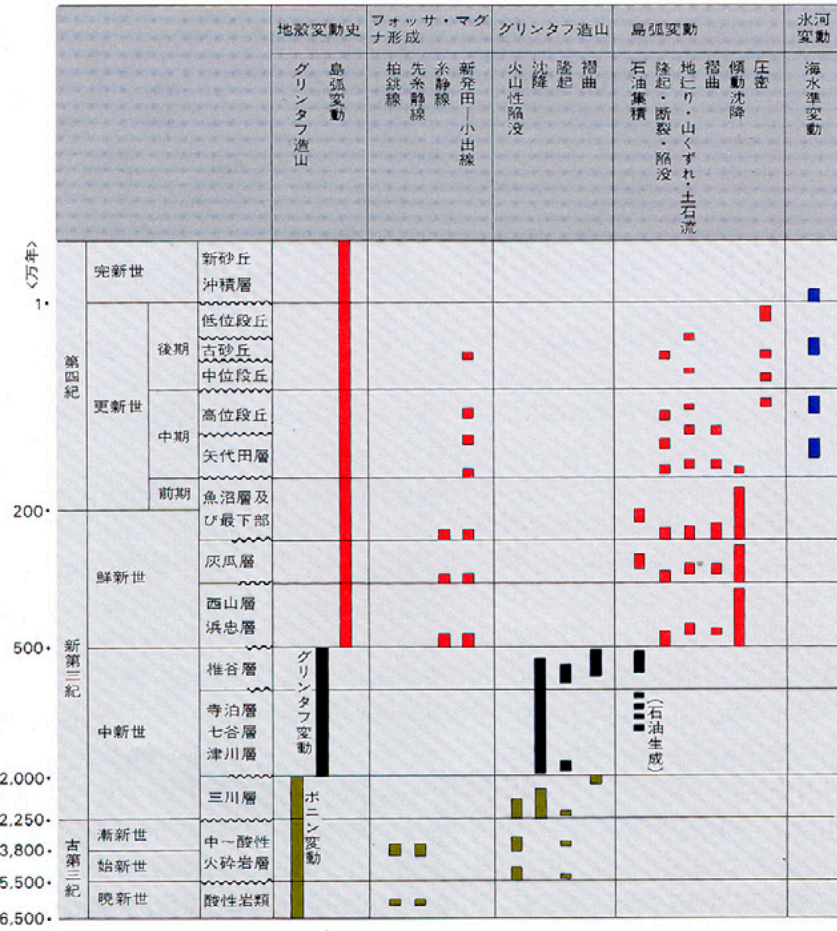


図4・3 - 新潟堆積盆地の発達模式図

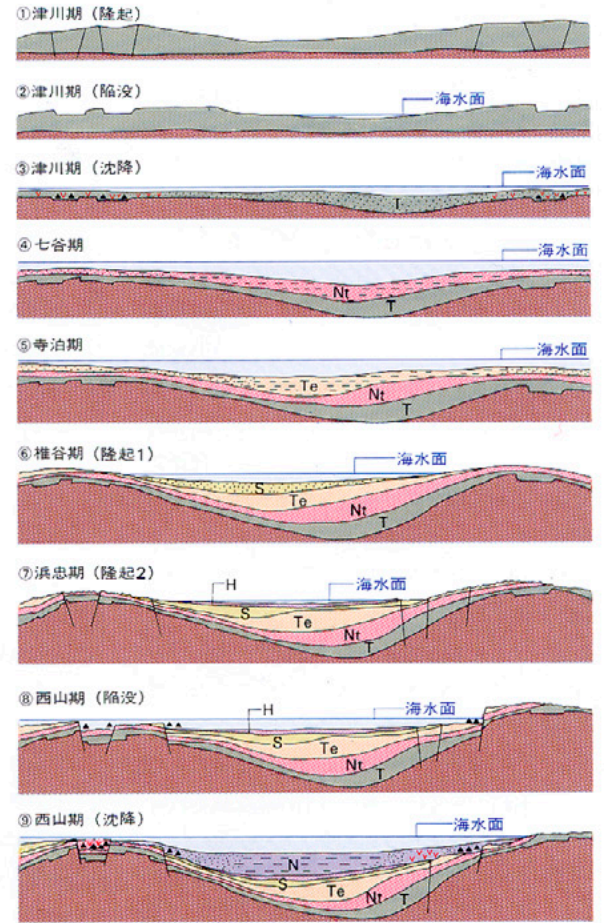


図4・1 - グリーンタフ変動期の堆積盆地

中新世初期(津川期)の水陸分布に中新世末(寺泊期)の地層の等層厚線を入れた図

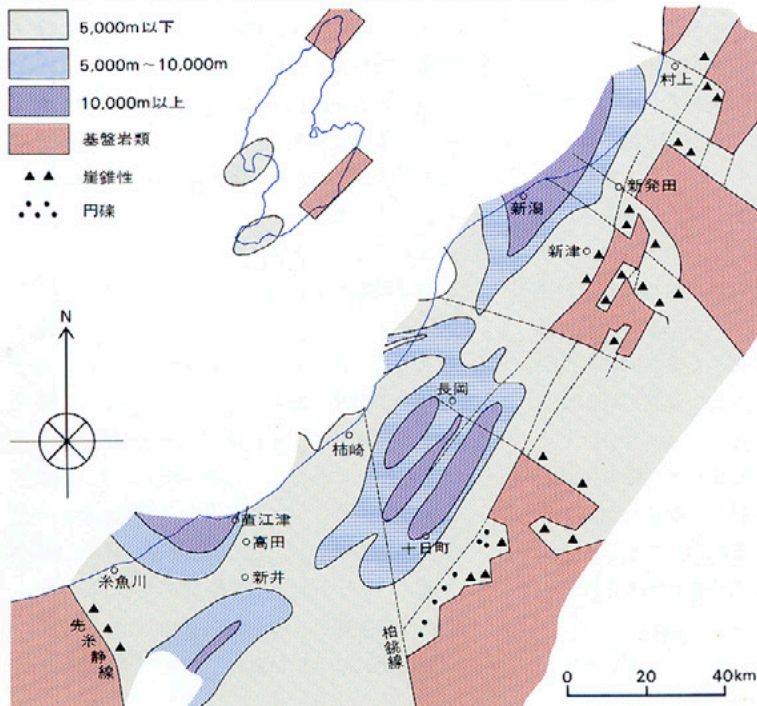
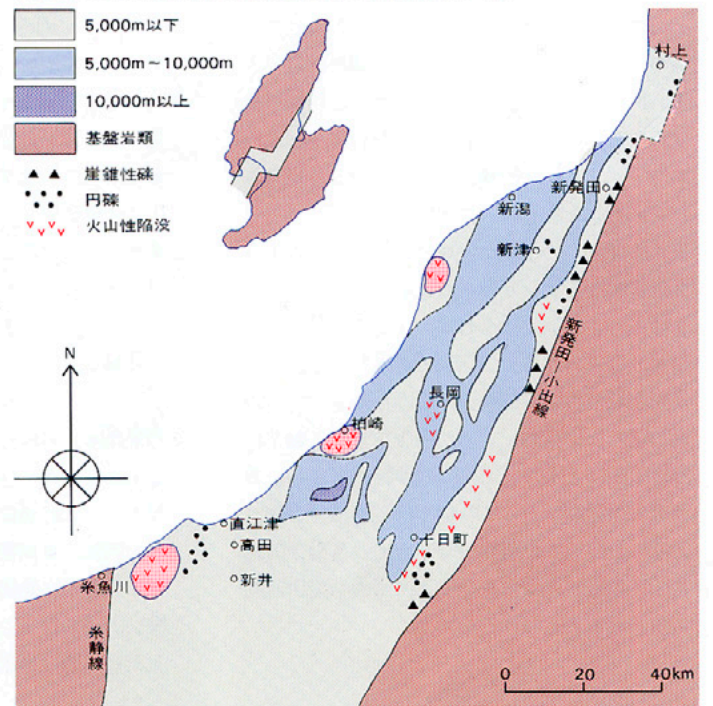


図4・2 - 島弧変動期の堆積盆地

鮮新世の水陸分布に鮮新世の地層(西山期)の等層厚線を入れた図



小出線を境とした隆起ブロックと、糸静線を境とした隆起ブロックとははさまれる形で発生した沈降ブロックに形成されているわけです。これは、図4・1のグリーンタフ堆積盆地の構造とは質的に異なっています。

また、図の新発田 小出線沿いには、崖錐性礫や円礫が分布していて、この断層擦を境にして、この時代に急崖が形成されていたことがわかります。この崖の高度は、湯沢付近で約300mという大きなものです。ですから、これは沈降盆地というよりはいわば広大な陥没盆地の出現といったイメージなのです。そして、こうしたタイプの変動こそ島弧変動の特徴なのです。現在日本各地で、鮮新世の堆積盆地の発生の状況が調べられておりますが、いずれもみなこうした盆地の陥没から始まっているのです。

図4・3は、この変動の過程を模式的な断面で描いてみたものです。鮮新世の当初、陸域が隆起すると共に基盤には断裂が生じ(図4・3)、やがてこの断裂を境にして大きな陥没盆地が生じ、その縁辺部には高い急崖(切り立った山地)が長く続いてこの盆地を境しています(図4・3)。その後この陥没盆地に堆積がすすむのですが、その過程を盆地のヘリで調べてみますと、最初には急崖の崩壊による崖錐性の礫を堆積し、その次に淘汰のよい礫、さらに砂や泥がたまっていくという経過をたどります(図4・3)。そして盆地縁辺部で基盤の断裂を生じたと思われる個所には、小規模の独立した火山性の陥没があらわれるのです。

なお、こうした隆起・断裂・陥没という変動は、鮮新世の当初だけに発生するのではなく、第四紀更新世から現在にいたるまでひき続いて前後5回ぐらい発生しています。表4・1には、推定をふくめて新潟地域においてこのような変動が数回行なわれていたことが示されています。そして、こういう変動のあった後には、急崖の崩壊＝崖錐性礫の堆積ということがおこりますから、その具体的なあらわれ方として、地すべり・山くずれ・土石流などが発生するのです。ただ一般にはこうした崩壊性堆積物の多くは、それが山地部と平野部の境界にあるせい、しばしば現在の新しい崖錐性堆積物あるいは扇状地性堆積物と見誤まられることがあるので注意を要します。しかし、きちんとした地質調査をすれば、島弧変動期のどの時代の崖錐性堆積物であるかがわかります。

大規模な褶曲構造の発達

それからまた、こうした隆起・断裂というのは堆積盆地内の基盤の断裂部にも生じているものと思われまゝ。盆地内では、こうした変動にもなって大規模な褶曲構造が発達してきます。海成の砂岩や泥岩からなる地層はやわらかく、この地域には大小の褶曲構造が発達しますが、そのなかでも大規模なものがいわゆる箱型背斜(伏せた箱がそのまま上昇してくるような隆起構造)です。そしてこうした構造の深部に石油が集積されてくるわけで、新潟地域の石油集積は、この時代に形成された褶曲構造に負っていることが古くから知られています。

また、こうした地下の地質構造に規定されて、やがて丘陵や谷や平野の地形が発達するようになります。つまり、背斜部が多くの丘陵を形成し、背斜と背斜との間にある向斜が谷や平野をつくるようになるわけです。

2重構造の新潟堆積盆地

最後に、新潟堆積盆地の構造上の特徴について一言しますと、それはグリーンタフ変動で形成された堆積盆地の上に、あらたに島弧変動による大規模な堆積盆地が重なって、それらが一つの堆積盆地をつくっている点にあります。つまり図4・3でいえば、～までのグリーンタフ変動期の盆地は、西山期直前の隆起のために急に海域が浅くなり、周縁部では隆起し、断裂が生じ、陥没します。そして図4・3 のように、もとの盆地の中心部は再び島弧変動期の沈降の場となります。

現在の日本の堆積盆地は、これと同じようにすべて鮮新世以降に形成されたとみてよいのです。こんなわけで、たとえば瀬戸内沈降盆地では、陸地が陥没してそこに大小の湖ができるという形で始まります。陥没盆地の下には、古い基盤があって概して固い。しかし新潟の場合にはこれとちがって、堆積盆地の中心部では鮮新世の西山層の下位には、グリーンタフ時代の厚い地層が存在しています。しかも、それと西山層は連続関係にあります。ですから、このような部分でみると、グリーンタフ時代から島弧変動時代は漸移的にみえるわけで、島弧変動の始まりの特徴は、堆積盆地のヘリのところでないといけない理由がここにあるのです。いずれにせよ、こうして新潟盆地の中心部には、中新世から鮮新世にかけての海成の地層が、全体として厚く堆積しているのです。

このようにみてきますと、新潟の堆積盆地というのは、グリーンタフ時代の堆積盆地の主要部分、島弧変動によってさらに大規模に発達したというきわめてユニークな結果になっていることがわかります。こうした構造上の特徴をもっているために新潟の場合には、さきほどからいろいろと話にでておりますように、他の平野部ではみられないさまざまな特異な性格があらわれるのだと思います。

海水準変動と島弧変動

だいたい以上が、新潟堆積盆地の発達の概略ですが、ただ、今日の形態をみるためには、これだけでは十分ではありません。島弧変動による山地部の隆起運動と盆地の沈降運動は、第四紀に入っても引き続き行なわれておりますが、第四紀に入ると、なおこれ以外に極地方における大陸氷河の消長によってひきおこされる海水準変動が加わるからです。第四紀に入ると氷期と間氷期とがくり返しあられ、そのために何回もの海進・海退が生じます。

こうした海面変動と、地盤の隆起・上昇という2つの要素がからみあって、更新世中期には、あらたに段丘が形成され始めます。地盤の上昇運動が行なわれているために段丘は古い時期ほど高位におし上げられるわけで、こうして一般には高位、中位、低位という何段もの段丘がつくられるのです。こうした要素をおりこんで、ほぼ今日の形態ができてくるわけです。そしてこのあたりの話になれば、それはすでにこの座談会の最初のテーマでいろいろと論じられたとおりです。

編集 大変残念ですが時間がなくなりましたので、この辺で終りたいと思います。本日は、長時間どうも有難う存じました。

信濃川治水の歴史

大熊孝 = 新潟大学工学部講師 (河川工学)

新潟平野の開発を検証した6・26新潟水害

昭和53年6月25日から28日にかけて、新潟県を横断して停滞していた梅雨前線が、低気圧の影響を受けて活動を強め、新潟県下全域に大雨をもたらした(図1)。このため、比較的雨量の少なかった県南西部を除く県下各地に、多様な形態で水害が発生した。その被害総額は約1,100億円に達した(表1)。この水害は、《6・26梅雨前線豪雨災害》と名づけられ、《6・26新潟水害》と略称されている。

この水害後直ちに、新潟大学工学部土木工学科は水害調査団を編成し、調査研究を行ってきた。調査団は、この水害を、梅雨前線による新潟県土の対水抵抗性の実物実験であった、と規定した。言い換えれば、この水害は、新潟平野のいままでの開発の良否を検証したものである。そこで、信濃川治水の歴史を見るに先だって、この水害の概要を述べ、信濃川、阿賀野川などがどのように機能し、洪水を日本海に排出したかを概観することにしよう。

6・26水害の概要

6月25日から28日までの総雨量は、350~550mmに達し、多量であった。しかし時間雨量は、最大が30mm、平均は10mm程度であった。すなわち降雨強度はそれほど強いものではなかったが、4日間にわたり平均して降り続き大雨となった。

時間雨量が小さく、降雨が平均していたために、信濃川、阿賀野川をはじめ河川改修が比較的進行している河川では問題が起らず、小さな時間雨量にも耐えられない改修のおくれている中小河川で被害が多発した。

一方、総雨量が大きかったため、平野部に雨水が集中し、相対的に低いところにモザイク状

に浸水域が広がり、極端な低平地では1週間以上湛水した。水田の浸水・冠水総面積は約83,000haであり、1週間以上湛水した地域は、11地域で総面積約3,200haに達した。新潟県下の水稲作付面積は約164,000haであり、その半分が浸水をうけたことになる。

建物関係被害は、総数23,654棟であり、そのうち住家については、全壊30棟、半壊21棟、床上浸水4,479棟、床下浸水15,102棟であり、被災者総数は76,167人であった。このうち建物被害の大きかった市町村は表2の如くである。なお、全半壊家屋のほとんどは、土砂崩壊によるものであった。

死者は2人とどまり、災害の規模や全半壊家屋数に比し人的被害が小さかった。死者は、いずれも男性(50才,71才)であり、それぞれ阿賀野川、洪海川に転落し水死したものである。

道路・鉄道沿いの斜面崩壊の多発、道路・鉄道の冠水などのため、新潟県下全域にわたる交通マヒが発生した。国道17号線は斜面崩壊などのため7月5日まで、国道8号線は斜面崩壊および二次災害防止工事のため7月14日まで全面通行止めとなり、国鉄越後線は橋台洗掘のため8月10日まで不通となるなど、その影響は長期に及んだ。

信濃川・阿賀野川・信濃川下流の出水状況と河川改修の効果

信濃川、阿賀野川、信濃川下流の大河川では、破堤氾濫はなかったけれども、総雨量の大きい長雨であったため、継続時間の長い大きな洪水が発生した。まず、これらの出水状況を見てみよう(以下、河川名はp.51図7を参照)。

信濃川は、小千谷地点で新潟平野に流れ出す。この小千谷地点は、信濃川治水計画上の基準地点の1つであり、この地点における流域面積は約9,720km²である。今回洪水において、この地点の最大流量は6月27日16時に毎秒約6,000m³に達し、洪水継続時間(警戒水位以上)は53時間に及んだ。大河津分水完成(大正11年通水)以後の観測において、この最大流量と継続時間はそれぞれ第3番目の記録であった。ただし、大河津分水路渡部地点における最大流量は、27日21時に毎秒約7,200m³に達し、大河津分水完成以後最大の記録となった。今回の洪水は、長野県下の流域への降雨量は50mm以下と少なく、新潟県下の流域面積約3,300km²からの降雨流出が主体となって、形成されたものである。なお、小千谷地点における基本高水は毎秒13,500m³であり、計画高水流量は毎秒11,000m³である。

阿賀野川は、馬下地点で新潟平野に流れ出す。この馬下地点も、阿賀野川治水計画上の基準地点の1つであり、この地点における流域面積は約7,000km²である。今回洪水において、この地点の最大流量は6月27日13時30分に毎秒約7,500m³を記録し、洪水継続時間(同上)は72時間であった。阿賀野川改修工事完成(昭和8年)以後の観測において、この最大流量は第3番目の記録であり、この継続時間は最長であった。今回の洪水は、只見川流域および新潟県下流域への400~500mmの降雨と、只見川流域をのぞく福島県下流域への200~350mmの降雨の流出によって形成された。なお、馬下地点の基本高水は毎秒13,000m³であり、計画高水流量は毎秒11,000m³である。

信濃川下流とは、大河津分水分派点より下流の信濃川の呼称であり、洪水時には、大河津分水の洗堰と小阿賀野川の満願寺水門(昭和6年完成)によって、信濃川と阿賀野川から分離される。その流域面積は約1,420km²である。

図1 - S53・6・26新潟水害降雨量分布図

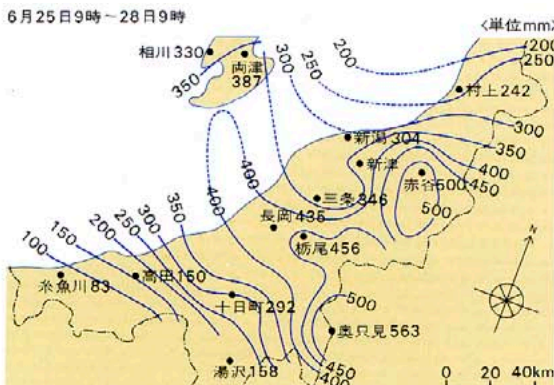


図1及び表1は6・26梅雨前線豪雨災害の概要<新潟県, S53.8.31>より。表2は前出より作製

表1 - S53・6・26新潟水害の被害額

| 区分 | 金額 |
|----------|-------------|
| 建物関係被害 | 3,425,400 |
| 土木関係被害 | 41,091,588 |
| 農林水産関係被害 | 31,373,864 |
| 農地関係被害 | 25,953,000 |
| 商工関係被害 | 4,581,580 |
| 衛生関係被害 | 161,489 |
| 文教関係被害 | 469,580 |
| その他被害 | 2,661,500 |
| 合計 | 109,668,001 |

表2 - S53・6・26新潟水害における建物被害
床上、床下浸水の多い市町村

| 市町村 | 床上浸水 | 床下浸水 | 計 |
|------|------|--------|--------|
| 三上市 | 851棟 | 2,635棟 | 3,486棟 |
| 長岡市 | 117 | 2,038 | 2,155 |
| 柏崎市 | 956 | 949 | 1,905 |
| 新発田市 | 257 | 1,164 | 1,421 |
| 新潟市 | 534 | 774 | 1,308 |
| 新潟市 | 121 | 962 | 1,083 |
| 五泉市 | 323 | 454 | 777 |
| 豊栄市 | 107 | 491 | 598 |
| 水原町 | 68 | 402 | 470 |

今回の洪水の最大流量は、帝石橋基準地点（流域面積約1,260 km²）において、27日18時に毎秒約2,200 m³であり、洪水継続時間（同上）は32時間であった。この洪水は、大河津分水・満願寺水門の完成以後、最大の洪水であった。

大河津分水や満願寺水門などの完成以後、それらの効果が非常に大きかったために、信濃川下流の各所において、川幅の縮小・堤外地の開発などが行われ、逆に、河川が圧迫されたところもある。昭和39年着工、昭和47年通水の関屋分水は、新潟港改良などの他目的もあるが、新潟市街地の信濃川川幅が半分以下に狭められたことに対する補償工事であったと言える。帝石橋地点の計画高水流量は毎秒4,000 m³（昭和49年計画決定）であるが、現在の信濃川下流の改修状況は、前述の関屋分水が完成した他は、信濃川水門・中ノ口川水門が工事中であり、計画断面を有した堤防はまだ部分的にしか完成していない。そのため、今回の洪水においては、小阿賀野川合流点上流の大郷橋地点での溢水や中ノ口川における旧樋管理設箇所での漏水など破堤危険箇所が数ヶ所あり、いずれも水防活動で事無きを得る状況であった。

以上の如く、信濃川・阿賀野川・信濃川下流は、継続時間の長い大洪水に見舞われたが、特に大きな被害を発生させることなく、洪水を日本海に排出させることができた。仮に、大河津分水や満願寺水門などがなかったならば、すでに満流状態であった信濃川下流に、信濃川と阿賀野川の洪水が流れ込み、新潟平野完全水没という大水害になったことは想像にかたくない。事実、新潟平野の水害史をひもとくと、信濃川と阿賀野川の継続時間の長い大洪水が重なった場合、いずれも潰滅的水害に見舞われている。その代表例が、宝暦7年旧暦5月（1757年）、明治29年

7月などの大水害である。今回の洪水で、明治29年のような大水害にならなかったのは、ひとえに大河津分水や満願寺水門に代表される明治以来の河川改修工事の成果であると言わねばならない。

中小河川の出水状況と水害の特徴
新潟平野における中小河川で、破堤・溢水などによる被害を発生した河川は、渋海川、猿橋川上流、西川、能代川、新発田川およびその支川の太田川などである。いずれも未改修河川ないし1次改修河川である。昭和36年8月、39年7月、41年7月、42年8月、44年8月などの水害を契機に改修が進められてきた栖吉川、島崎川、刈谷田川、加治川、加茂川などでは、護岸欠壊程度で大きな被害が発生していない。これは、降雨強度が小さかったことも一要因であるが、今回洪水の水位・流量から見て、改修前の状況であれば大きな被害を発生したと考えられ、河川改修の成果であると言える。

ここでは、今回の水害で特徴的な渋海川、能代川、五十嵐川について概観しておこう。

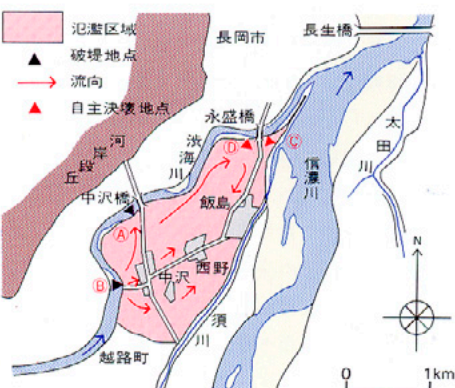
渋海川 は、長岡市と越路町の境界を流れて信濃川に注ぐ左支川で、流域面積約330 km²、流路延長約83 kmと県内河川としては比較的大きな河川である（図2参照）。この河川の改修は、昭和初期に行われ、現在の最大流下能力は毎秒約900 m³程度であった。今回洪水では毎秒1,000 m³を越える流量があり、図2のA、B点が27日9時30分頃相前後して溢流破堤した。しかし、B点からの氾濫流の主流はA破堤点に向かい、ここから氾濫流の約4割の水量が渋海川にもどった。これにより、湛水位の急激な上昇・氾濫面積の拡大が阻止された。この氾濫面積は約340haであり、住家の床上浸水は107戸、床下浸水は7戸であった。なお、B破堤点にもっと

も近い中沢部落では、住家の土台が高いため、その浸水は50戸中2戸にすぎなかった。この氾濫水は、同日12時頃にはC点の堤防を越流して、渋海川にもどりはじめた、このC点では、昭和30年頃までは堤防が築かれておらず、いわゆる霞堤方式となっていた。今回氾濫をうけた地域住民は、昔C点に堤防が築かれていなかった頃は、渋海川や信濃川が破堤氾濫しても、氾濫流がここから渋海川にもどっていき、床上浸水したことがなかったという歴史的経験を有していた。この経験にもとづき、地域住民は、27日11時頃には、当局にC点での堤防の自主決壊を要請していた。その結果、同日13時頃にC点堤防が、さらに同日16時30分頃にD点堤防が自主決壊され、氾濫水が渋海川にもどされた。この渋海川の自主決壊行為がA破堤口の効果は、霞堤方式を再考させるものであり、霞堤の安易な締切りに対して警告を発していると言える。

なお、渋海川の左岸堤は、破堤を免れたが、破堤寸前の危険箇所が数箇所あった。左岸堤が破堤した場合、最近新興住宅地として発展の著しい長生橋西詰から板町にかけて信濃川左岸沿川一帯が水没することになり、今回水害のうち最大規模の被害地域になったと考えられる。右岸の破堤氾濫は、言うなれば、渋海川による水害を最小限度にとどめる遊水効果をはたした。

能代川 は、流域面積約130 km²、流路延長約40 kmの河川であり、能代川下流には新津市街が発達している。能代川下流は、大河津分水・満願寺水門の完成以前は、小阿賀野川を通じて信濃川・阿賀野川の洪水が逆流し、それによる水害が頻発していた。しかし、それらの完成以後、逆流問題が解消され、堤外民地が宅地開発されてきた。そのため、新津市街地付近の川幅は、もとは150～400 mあったが、現在は40 m

図2 - 渋海川の破堤氾濫概念図



強に狭められている。その流下能力は毎秒300m³程度であり、今回洪水では各所で溢流した。新津市は昭和41年、42年洪水でも大きな水害に見舞われており、市街地を迂回する能代川捷水路（計画高水流量毎秒1,200m³）が計画され、その用地買収が進められていた。今回の水害は、この状況下で発生したもので、新津市浸水家屋の約4割が堤外地住宅であった。この能代川の堤外地開発は、大河津分水・満願寺水門などの完成による河川圧迫の1例と言える。堤外地開発による河川圧迫の例は、三条市街を貫流する五十嵐川にも見られる。五十嵐川は、流域面積約324km²、流路延長約41kmの河川である。今回の最大流量は毎秒約1,500m³程度と推定されているが、幸い外水氾濫はなかった。しかし、イ信濃川下流の洪水ピークより五十嵐川洪水ピークが早かったこと、ロ五十嵐川上流の笠堀ダムの操作が極めて巧みであったこと、ハ中流部で山崩れがあり、五十嵐川を一旦堰止めているが、それが洪水ピーク後に発生したこと、など好条件が重なった結果であり、一歩間違えば外水氾濫を起す危機的状況下にあった。五十嵐川は、現在、上流にもう一つのダム（五十嵐ダム）が計画されているが、河道改修計画の用途は立っていない。その主要原因は、堤外地住宅などの立退き問題にあると考えられるが、現状のままであれば、大水害を起す可能性は非常に高いと言える。なお、三条市の浸水家屋数は最も多かったが、その大半は旧水田地帯の開発宅地であり、内水氾濫をうけたものである。

新潟平野の湛水状況と水稲被害の特徴

大河川の破堤氾濫がなかったにもかかわらず、今回水害における総浸水面積は80,000haをはるかに超える歴大なものであり、このうち約8割が新潟平野における浸水であった。これは、元来低平地であった新潟平野の宿命を浮きぼりにした。しかし、この浸水面積のうち約8割は3日以内に引水しており、1週間以上湛水した地域の総面積は約3,200haであり、全体的に見れば排水は非常に良好に行われたと言える。これは、後述するような江戸時代以来の多年にわたる農地の排水改良事業のたまものである。1週間以上湛水した地域は、元来潟であったところや排水路の未整備地域であった。このうち特に湛水面積の大きい地域は、福島潟周辺地域と猿橋川上流八丁潟跡地域であり、それぞれ約1,700

ha、約730haの面積を占めている。この両地域は、新潟平野に残された最後の排水不良地域とすることができる。

福島潟周辺は、新潟平野の中でも最も低平な地域であり、新井郷川がこの地域の唯一の排水河川である。この新井郷川末端近くには、能力毎秒110m³の新井郷川排水機場が造られているが、この地点における流域面積は約220km²である。この排水能力を1km²当りの比流量で考えると毎秒0.5m³である、この値は、新潟平野の他地域における排水機場の比流量が1km²当り毎秒0.8~1.0m³であるのに比べ、小さい。

八丁潟跡地域は、標高約15mであるが、周辺地域からみて皿状の窪地であり、猿橋川がその唯一の排水河川である。猿橋川は、流域面積約79km²の河川であるが、もとは八丁潟末端から約8km地点で信濃川に合流していた。その当時、八丁潟地域の最低田面は約14.8mであり、信濃川の平水位より約0.9m低い状態にあり、常に信濃川の逆流問題に悩まされていた。大正7年には、その信濃川合流点を約2km引き下げ、昭和6年には、大河津分水洗堰下流に合流点をさらに約7km引き下げた。その結果、信濃川の逆流問題は解消されたが、猿橋川下流は用水河川としての機能も有しており、抜本的排水改良事業が行われないうま今日に至っている。

水稲被害は、歴大な水田浸水面積からみて、当初、深刻なものと考えられていた。しかし、イ浸水時における稲の生長時期が穂ばらみ期以前であったこと、ロ内水氾濫が主体で水が獨っていないかったこと、ハ排水改良事業により浸水期間が比較的短期間であったこと、ニ水害直後曇天が続き水温が21~22と平年の28前後からみて低かったこと、ホ7月中旬以降の天候が良好で被害をうけた稲の回復が良かったことなどの要因のため、被害は全体的に見れば平年と大差ないものであった。ちなみに、農業共済組合調べによる被害率3割以上水田の総減収量は、7月25日推定で約5,583tonであったが、9月25日推定で約2,573tonと半分に減少している。なお、この減収量推定には、水害以外の干害、風害、虫害、病害などによる減収量も含まれている。

水害時における住民の行動

今回の水害における最大の特徴は、地域住民による水防活動が広範にしかもみごとに展開されたことである。水防管理団体の動員人員は延約

120,000人に達し、使用資材は麻袋だけでも1,000,000袋を超えたと推定される。この水防活動がどれほど水害を軽減したかは、はかり知れぬものがある。特に、福島潟周辺の水防活動では、都市化による新住民の参加も多く、麻袋約380,000袋が使用され、水防箇所延長は約50kmにおよんだ（写真1及び48p.図5参照）。その結果、福島潟および新井郷川の外水氾濫を防ぎきった。近年、治水施設の充実や都市化の影響で、地域住民の水防意識は希薄化し、十分な水防活動が行えなかった事例を良く聞く。そうした中で、新潟県下にはまだかなり強固に水防意識が残されていると言える。この水防意識は、浸水前の避難、浸水後の家屋・稲などの処理にも発揮されており、人的被害を最小にした一要因であったと考えられる。

しかし、この強固な水防意識は、今回水害における住民行動のもう一つの特徴を引き出した。すなわち、水害時における水門・排水樋管・堤防などの操作・処置をめぐる、利害の異なる上下流、左右岸住民の対立・紛争が数カ所発生したことである。水原町の安野川白川堰や新津市大通川の山先水門などでは、水門操作をめぐる上下流住民が対立した。また、福島潟に流れ込む万十郎川では、万十郎川の下を通る排水樋管をめぐる、左右岸住民の対立が見られた。渋海川では、堤防自主決壊を知らされていなかった長岡市住民が、自主決壊による対岸堤防への流水の激突に左岸堤破堤の危険を感じ、27日19時頃から多人数が自主避難した。左岸側住民は、アンケート調査結果によると、自主決壊したことは結果的には良かったとする人が過半数を占めたが、自主決壊を事前に知らされなかったことに不満をいだいていた。こうした対立・紛争は、戦前までは、しばしば血をみる騒動にまで発展した。今でもこの問題は、そうなりかねない要素を含んでいる。これらの対立・紛争は、今後、住民の水防意識をさらに高め、水門操作規程などを熟知させることや、水害時に矛盾が発生しないよう施設を改善する必要があることを示唆している。

新潟平野の住民が、このような強い水防意識を現在まで保持できた理由は、長い間水に苦しめられてきた経験の深さと、都市化の影響が相対的に弱く、新住民が旧住民の知恵を継承していることにあるものと考えられる。

新潟平野の治水の変遷

以上は、昭和53年6月26日新潟水害の状況を主に新潟平野を中心として見てきたわけであるが、この水害から新潟平野の治水段階を位置づけるならば、次の如く言えるであろう。すなわち、信濃川・阿賀野川の二大河川に関しては、河川改修が進捗し、今回の洪水程度ならば十分対応できる段階にある。しかし、大河津分水と阿賀野川に挟まれた信濃川下流は、大河津分水工事や阿賀野川改修工事の効果が逆作用して河川を圧迫したところもあり、今回洪水程度にも十分安心していられるほど河川改修工事は進んでいない。また、新潟平野に流れ込む支川群は、一部河川改修がかなり進捗している河川はあるが、今回洪水において、多くの河川が溢水・破堤氾濫を起すか、あるいは、危機的状況下にあった。これを言いかえるならば、新潟平野の中小河川群は、その整備途上の段階にある。さらに、新潟平野内の排水改良事業は、かなりの進展が見られるが、まだ部分的に排水不良地域が残されている。また、旧水田地域の宅地開発が新たな水害を引き起す例が目立ちはじめている。水田地帯の排水改良事業は、ある程度の内水湛水を前提条件として、施行される。この新しい水害の原因は、こうした水田地帯に、新に都市用の排水事業を行わないまま、宅地開発が行われてしまうところにある。

このような新潟平野の現在の治水段階に対して、一般住民はまだ不十分であると思われるかも知れない。しかし、この段階に達するまでに、新潟平野の開発・治水には幾多の歴史が秘められている。これからの新潟平野の開発・治水を展望するとき、こうした過去の経緯を無視して展望することはできない。そこで次に、新潟平野の開発・治水の変遷を概観しよう。ただし、個々の地域に対しては、紙数の都合で十分に記すことはできない。

新潟平野の自然条件と開発・治水の特徴
新潟平野の低平地の開発が本格化するのには、江戸時代前期からである。その頃の信濃川は、河口において阿賀野川を合流し、その阿賀野川に加治川が合流していた。また、加治川は、紫雲寺瀧を経て、北の胎内川・荒川とも関係していた。現在の信濃川・阿賀野川の流域面積・流路延長は図3の如くである。これは、河川に多くの人為が加えられた結果であり、これを、他河川も同様に、江戸時代前期の自然状態に復元すると図4の如くなる。自然状態のままであれば、信濃川は、流域面積・流路延長ともに、わが国第1位の河川であった。

このように新潟平野に流れ込むすべての河川が関連をもつに至った要因は、その造盆地運動と砂丘の発達に求められる。ただし、新潟平野の諸河川は、北陸諸河川の扇状地群と比較した場合、胎内川の例外を除き、ほとんど扇状地を形

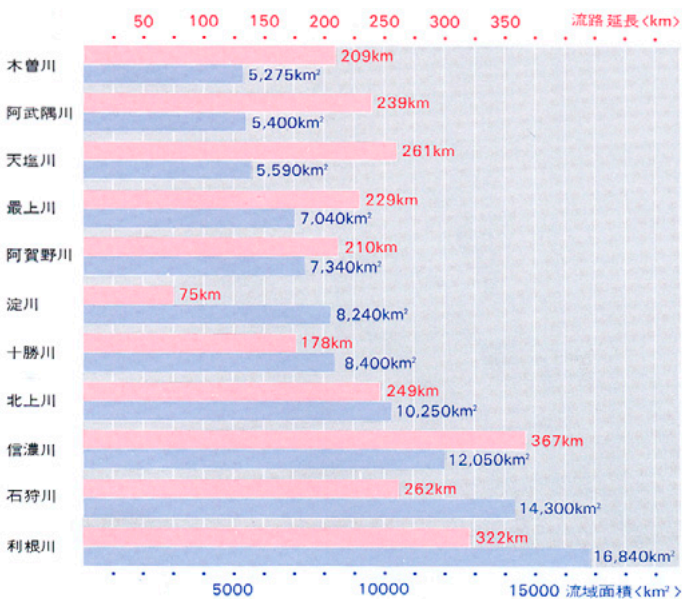
成しないか、あるいはその発達が貧弱であるという特徴を有している。この扇状地の未発達が、100kmにおよぶひとつづきの低平地を形成した一つの要因とも考えられる。

新潟平野のこのような特徴に加え、日本海は潮汐の変動が非常に小さいという特徴を有している。太平洋岸における大潮差はおおむね1~2mあるに対し、日本海側の大潮差は0.1~0.2mである。低平地の開発は、潮位差の変動の激しい方が容易である。なぜならば、潮の干満は低平地河川の水位の昇降に影響し、用水は満潮時に表層の塩分の薄い河川水を導入し、排水は干潮時に水門を開放して行うことができる。こうした灌漑排水方法は、アオ（筑後川下流等）とかエゴ（利根川下流）とか総称され、太平洋岸側では古くから広範囲に採用されてきた低平地開発の一方であった。しかし、潮位差の小さい日本海側ではほとんど採用することができない方法であり、新潟平野においては鳥屋野瀧周辺の一部で採用されていたに過ぎない。

ポンプのない時代、新潟平野のような低平地において最も問題となる水害は、平常時の排水が悪く、いわゆる“水腐地”が多く、耕作・交通さらには飲料水にも困窮することであった。しかし、低平地は、排水不良に悩まされる一方、多くのところで川水不足地帯ともなっている。このことは奇妙なことに思われるかも知れないが、日本の河川は流量変動が激しく、渇水時に

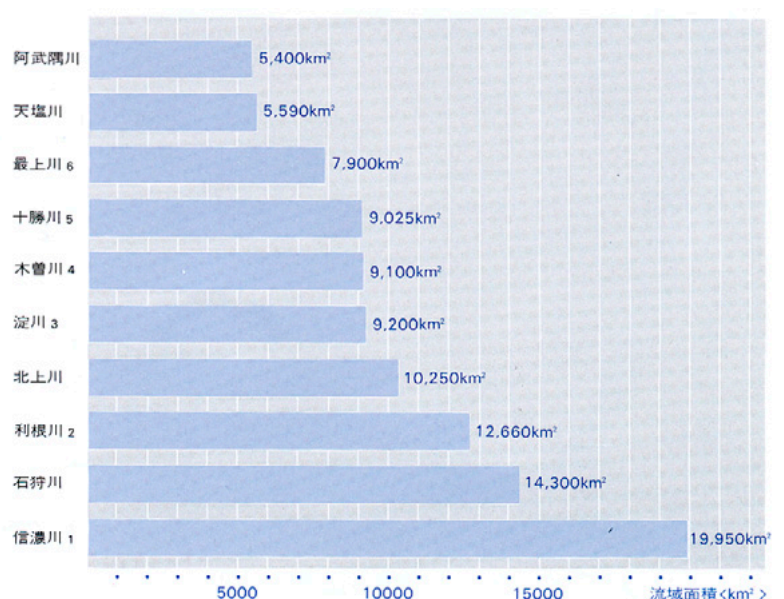
図3 - 日本のおもな河川

<理科年表昭和52版より>



理科年表では木曾川が第5位になっているが、これは長良川、揖斐川を加えた場合であり、本図ではこれを修正した。また、北上川は江合川、追川を含んだ値である

図4 - 江戸時代前期に復元した日本のおもな河川



1 阿賀野川、加治川を含める 2 利根川下流を分離し、荒川を含める 3 大和川を含める
4 揖斐川、長良川を含める 5 浦幌十勝川を含める 6 赤川を含める

は、上流地域から流下してくる落水は少なくなり、海岸近くでは海水の遡上もあって、用水不足をきたす。そのため、流路を蛇行させたり、堰を数多く設置して排水を悪くすることさえ行われてきた。この一見矛盾した構造は、稲作にとって、排水不良よりも旱害のほうがより深刻な問題であったことを示している。この用排水問題は、新潟平野にとどまらず日本の各地で、上下流の地域間対立として深刻な紛争を引き起こしてきた。上流側は早く排水したいが、下流側は用水として溜めておきたいという矛盾である。このことは、排水改良を行うためには、用水不足を解消して水を自由にコントロールできる体制をつくるのが前提条件であることを意味している。

新潟平野の開発においても、まず、用水の確保からはじまっている。その代表例が、上杉氏治世末期の中ノ口川の整備であり、江戸時代初期の福島江の開削である。しかし、新潟平野の排水改良は、信濃川・阿賀野川の二大川が流入

しており、至難を極めた。これに光明を与えたのが、享保15年(1730年)に開削された松ヶ崎放水路であった。以後、現在に至るまで図7の如く14本の放水路が開削された。さらに、昭和41年、42年の水害を契機に、福島潟放水路計画と新発田川放水路計画が登場し、今回の水害でこれらの建設に拍車がかげられた(図5)。

新潟平野の開発・治水の最大の特徴は、このおびただしい放水路の開削にある。そこで、まず、中ノ口川の変遷と福島江の開削を概観し、放水路開削の経緯をふりかえてみよう。

中ノ口川の変遷
中ノ口川は、燕直上流の道金で信濃川下流から分派し、新潟平野を貫流して、黒埼で再び信濃川下流に合流する河川で、流路延長は約32kmである。

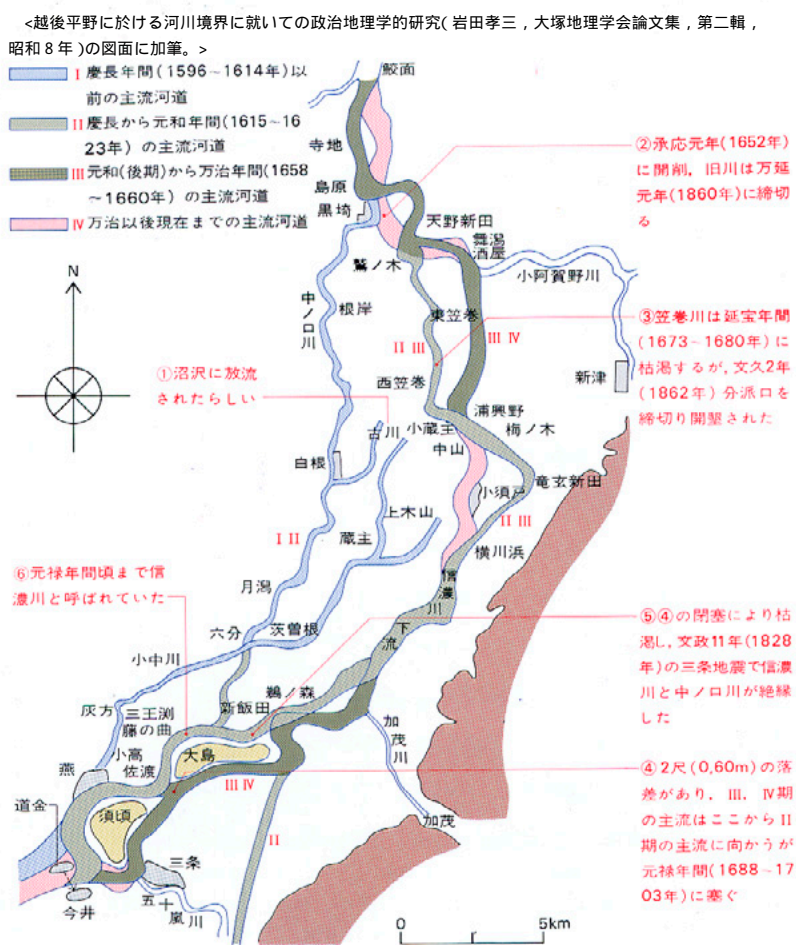
この中ノ口川を含めた信濃川下流の河道変遷については、岩田孝三の「越後平野に於ける河川境界に就いての政治地理学的研究」(大塚地理学会論文集、第二輯、昭和8年)に詳しい。そ

れによると大略次の如くである(図6参照)。もと信濃川は河床勾配が急変する(1/3,000程度から1/5,000以下となる)燕付近で何本かに分れていたが、その主流は北流し、現在の白根市に入って沼沢に放流されていた。これが、上杉氏の臣・直江山城守兼統の計画による、いわゆる直江工事によって、第一期の主流河道に移した。直江工事は、天正10年(1582年)から慶長2年(1597年)にわたって施工されたもので、派川を利用して燕より下方の現中ノ口川と新飯田から鶴ノ森に向う河道が整備された(第1次変遷)。この第一期の主流河道に対し、元和年間(1615~1623年)に、須頃島の幕府代官市橋氏は、更に主流を東方に移し、五十嵐川に合流させた(第2次変遷)。これが第一期主流河道である。しかし、主流は次第に第一期河道に還元したため、明暦から万治にかけて(1655~1660年)、すでに三条・須頃などを領有していた村上藩によって第一期河道への復旧工事が行われた。その工事は、上須頃で急カーブしてい

図5 - 福島潟放水路・新発田川放水路計画位置図



図6 - 信濃川下流河道変遷図



た分流河道を締切り、さらにその上手の道金において、その集落の一部を対岸今井に立ちのかせ、新河道を開削した。この新河道から中ノ口川への分派口は、河道を狭め、両岸から河中に杭の打出しを行い、主流を三条方面に転向させようとした（第3次変遷）。しかし、寛文年間（1661～1672年）頃までは、水量の6～7割が燕方面に流れ、三条方面には3～4割位しか流れていなかったということである。また、須頃島と大島との二州島間では、新主流の河床が現中ノ口川のそれより約2尺（0.6m）高く、新主流の水量の大半がここから新飯田に向っていた。そのため、中ノ口川の名称は、元禄年間（1688～1703年）頃までは、現在の如く道金の分派口までは至っておらず、新飯田より下手の河道のみに止っていた。この新主流と現中ノ口川が接近している部分は、大島管轄の新発田藩と須頃管轄の村上藩の協定により、元禄年間に閉塞された。また、現中ノ口川の分派口の狭窄化も続けられ、寛政年間（1789～1800年）頃には、主流は現在の位置に決定され、中ノ口川は川幅数間から20間（36m）の細流となり、その名称も道金まで遡って称されるようになった。この中ノ口川分派口の杭出しの上・下流は、平水時でも2～3尺の水位差があり、舟運上の難場であったとのことである。

以上が中ノ口川整備の大要であるが、その目的が何であったかは明らかではない。治水上の目的で、中ノ口川沿川から信濃川主流を遠ざげたと考えることもできる。しかし、享保19年（1734年）から明治14年（1881年）に至る146年間の信濃川下流域における破堤記録回数100回のうち、中ノ口川筋の破堤記録は55回を占めており、しかも融雪出水においてもしばしば破堤する状態であった。この実状から考えて、分派口を狭窄化するにしても、中ノ口川それ自体の川幅を20間程度に狭める治水上の必然性はないと言える。直江工事にはじまり村上藩によって施工されたこの一連の工事と非常に類似した江戸初期の河川改修工事として、利根川の江戸川分派点付近の諸工事がある。三条方面への信濃川東遷が銚子に向わせた利根川東遷に匹敵し、中ノ口川がちょうど江戸川に相当する。この利根川の諸工事は、江戸時代初期の名治水家伊奈一族によって指揮されたものであるが、岩田孝三は信濃川の第2次変遷に伊奈氏が関与したことを示唆している。この利根川の諸工事も、治水上の目的

によって行われたものではない。

この中ノ口川と江戸川に共通する目的は、舟運路と農業用水源の確保にあったと言える。低湿地の場合、交通手段は舟に頼る以外ない。しかし、低湿地であればあるほど、葦葦の繁茂により、安定した舟運路を確保することは難しい。また、河川が何本にも分れていたのでは水位が低く、低平地において自由に用水を取水することは困難である。低平地において舟運路・農業用水を確保するためには、何本にも分れた河川を整備し、しかも川幅を狭め、水位を高くしなければならぬ。ここに、舟運路と農業用水の確保のための河川改修はその方法において合致している。事実、中ノ口川・江戸川とも、江戸時代から明治前期にかけて、それぞれ新潟平野、関東平野における運輸交通網の幹線としての役割をはたしてきた。また、両川とも、天然ガス採取による地盤沈下・砂利採取による河床低下という人為的变化が発生する現代まで、自然取水のできる用水河川として機能してきたのである。

中ノ口川の破堤は、明治19年（1886年）から明治31年（1898年）の信濃川河身改修事業によって頻度が激減し、大河津分水完成以後は破堤していない。しかし、前節の6・26水害で見たように、破堤の危険性はまだ残されている。現在、中ノ口川分派点には中ノ口川水門が工事中であり、中ノ口川整備の最終段階に到達しつつある。なお、新潟平野において中ノ口川と同じように、舟運・用水の機能をはたしてきた河川として、西川がある。この西川も、信濃川の一分派川であったと考えられるが、江戸時代におけるその整備過程は、中ノ口川ほど明らかでない。

福島江の変遷

福島江は、信濃川が新潟平野に流れ出す小千谷の少し下流妙見地先で取水し、信濃川右岸一帯から、猿橋川下流、さらに刈谷田川を越えてその右岸一帯までをも支配する大農業用水である。その灌漑面積は約8,000haに達し、幹線水路延長は約23km、取水量は毎秒25.7m³である。この福島江は、八丁潟西畔の福島村庄屋・桑原久右工門 天正11年（1583年）生 によって、慶安4年（1651年）に開削されたと伝えられている。この水路は、信濃川の形成した緩扇状地を流下しており、信濃川の一分派川であったと考えられる。これが江戸時代初期に整備されたものであろう。この福島江の整備によって、長岡

藩の石高は7万石程度から14万石に倍増したと伝えられている。

しかし、この福島江は、大河川の扇頂部で取水しているため、流心の変化により、しばしば取水困難に陥っていた。その度ごとに、異常な努力が払われ、他用水を合併しながら取水位置を上流へと移設してきた。現在の取水口は、信濃川が第三紀の岩盤にぶつかるところにトンネルを掘削して、昭和41年に完成したものである。福島江が猿橋川下流および刈谷田川右岸にその支配域を拡大したのは、大正12年のことである。これは、前述した大正7年の猿橋川流末延長に関連したもので、猿橋川の排水改良にともない猿橋川に依存していた農業用水が取水できなくなることに原因があった。当初、猿橋川筋の用水組合は、信濃川右岸天神地先から取水しようとしたが失敗におわり、福島江に依存せざるを得なかったのである。これは、排水改良のためには用水の確保が必要条件であることを示す一事例である。なお、刈谷田川の用水組合も、用水不足に悩まされつづけてきており、この事業に参加して、福島江から用水補給をうけるようになったものである。

明治36年、長岡市下条の福島江畔に、福島江開鑿記念碑が、桑原久右工門の250年祭を契機に建立された。それ以来、毎年7月13日の久右工門の忌日に、土地改良関係者が碑前に参集して、法要が行われている。このことに、筆者は、約330年後にその遺徳がしのばれる久右工門の偉大さを知るとともに、農民の水に対する執念と努力を感じずにはいられない。

新潟平野の放水路群開削の発端

新潟平野の放水路開削の発端は、享保12年（1727年）から享保18年（1733年）にわたって行われた紫雲寺潟干拓にある（以下図7参照）。この干拓は、町人請負干拓であったが、幕府の勘定吟味役井沢弥惣兵衛為永の指揮によるものであった。井沢は、江戸中期の名治水家と言われ、関東平野の飯沼干拓（享保12年完成）、見沼干拓（享保13年完成）、印旛沼干拓計画、さらには木曾三川分離計画に関与している。この井沢の手法は紀州流と呼ばれ、江戸時代前期の関東郡代伊奈一族の関東流と対比されている。当時、紫雲寺潟は、湖面標高6m程度、湖底標高約3mであり、面積約2,000haであった。これに、坂井川と加治川の一分派が流入しており、潟の北端から築地川を経て胎内川、荒川へと流

写真2 = 大河津分水掘削状況。エキスカベーターや機関車、トロッコなど近代的技術手段が駆使されている（大正6年撮影） 写真3 = 自在堰の陥没（昭和2年撮影） 2・3とも《信濃川大河津分水誌第2集》より。建設省長岡工事事務所。昭和40年刊。

出していた。したがって、紫雲寺潟を干拓するためには、まず、坂井川を加治川に付替え、加治川分派川を締切り、流入を阻止したうえで、落堀川を開削し湖水を直接日本海に排出しなければならなかった。この計画に対し、加治川左岸新発田藩の村々は、加治川による水害の激化を恐れ、異議を申し立てた。幕府は、これに対し、加治川が阿賀野川に合流するあたりの松ヶ崎浜山を開削し、加治川悪水を直接日本海に排出する代替案を提唱した。ところが、今度はこの代替案に、新潟港が強硬に反対した。新潟港の反対は、松ヶ崎浜山の開削によって阿賀野川が直接日本海に落ち、新潟港の水深維持ができなくなることを恐れたからである。しかし、新発田藩と幕府は、享保15年（1730年）、この松ヶ崎浜の開削を強行した。ただし、その堀幅は約30間（約54m）であり、その落口河床には定杭を打ち込み、平常時には全流量が新潟港に流れ、洪水時のみ余水が流れる悪水吐として施工された。これが松ヶ崎放水路である。ところが、翌享保16年春の雪代洪水で、これが一挙に150間に拡大し、阿賀野川の本流と化してしまったのである。新潟港は、長岡藩を通じて、松ヶ崎放水路の築留を幕府に迫った。しかし、これは実行不可能であり、新発田藩は、この補償工事として、享保19年（1734年）に小阿賀野川を改修・拡幅し、安永2年（1773年）には、もとの阿賀野川本流筋に通船川を開削し、新潟港への流下水量を増強させるとともに、新潟港への舟運の便を確保しなければならなかった。しかし、松ヶ崎放水路の阿賀野川本流化は、阿賀野川周辺地域の水害を減少させ、低湿地の干陸化をもたらした。たとえば、これによって、福島潟周辺や島見潟が干上り、これ以後干拓が進められた。また、阿賀野川右岸の分田村（現

水原町）や京ヶ瀬村では、阿賀野川の水位低下により用水不足をきたした。このため、新発田藩は、享保19年、阿賀野川から直接取水する新江用水を開削している。この低湿地の干陸化は、水腐地に悩む新潟平野の他地域へ衝撃を与え、大河津分水、新川放水路などの計画が松ヶ崎放水路拡大直後につぎつぎと登場したのである。

大河津分水の経緯

大河津分水は、三島郡大河津村（現寺泊町）から寺泊町に至る約10 kmの分水路で、明治40年（1907年）～昭和2年（1927年）の信濃川改良工事において完成された。

この大河津分水の構想は、松ヶ崎放水路が阿賀野川の本流と化した直後に、寺泊の本間数右衛門と河合某によって幕府に開削が出願されたことに端を発するものであり、その完成までに、約200年という長い年月を要した。この間には、2代目本間数右衛門の尽力とその没落という悲話をはさみながら、各地からの開削要望のもとに、天保13年（1842年）の幕府による分水路線の測量や、明治3年（1870年）から明治5年の工着手など、実現への具体的動きが見られた。この明治初期の工事は、朝廷御下賜金40万両、全国国役金15万両、地元負担金45万両、計100万両で着工された。しかし、妖怪^{ばけもの}丁場^{ちやうば}と呼ばれる地すべりや分水工事反対の一揆などのために工事困難となり、オランダ人御雇工師リンドウなどの分水反対意見によって明治8年正式に工事廃止命令が出された。その後、白根の田沢実入を中心として明治14年信濃川治水会社が設立され、信濃川治水論（2編）が発表されたり、県会を中心として分水工事の請願・陳情が続けられたりした。しかし、明治19年に始まる信濃川河身改修工事は、古市公威の設計によるものであったが、航路改良に主眼があり、分水工事

は採択されなかった。その後、明治29年、明治30年の大水害により、分水工事の必要性が再燃し、県会における分水反対決議などもあったが、明治40年帝国議会で信濃川改良工事として分水工事が議決され、明治42年着工の運びとなった。このような実現までの永い経緯は、大河津分水にまつわる地域間対立などの諸矛盾を止揚してきた歴史であり、分水実現への重要な前段階であったと見るべきである。諸矛盾の最終的な解決に主役を演じたのは、後述のように土木に関する大型機械力という近代的技術手段であった（写真2）。しかし、永い歴史なくして近代的技術手段のみで、一挙に諸矛盾を解決することは不可能である。それは、現在の巨大な土木工事の多くが、その前段階的歴史なくして建設を急ぎ、その竣工後に多くの問題を抱えている現状を見れば明らかであろう。

大河津分水にまつわる地域間対立で最も厳しい対立は、新潟港の分水工事反対にあった。新潟港の反対は、松ヶ崎放水路の阿賀野川本流化の後、河港の水深が浅くなったことに原因があり、大河津分水は一層水深を低下させるものであるという考えに立脚していた。また、新潟港は、その自然的立地条件において、信濃川・阿賀野川の全流域が自己の経済圏に組み入れられている特権を有しており、その特権を維持するために、松ヶ崎放水路や後述する新川放水路の実現のたびに、その河口に港をつくることを強力に阻止してきた。大河津分水の河口となるところは、寺泊港のすぐそばにあり、松ヶ崎放水路や新川放水路の河口よりも新たな河港出現の可能性は強かった。寺泊港は、古くからの港で佐渡との通航を出雲崎とともに独占していたが、江戸時代中期以後新潟港の隆盛と比べ、その発展は停滞していた。大河津分水の構想が、信濃川

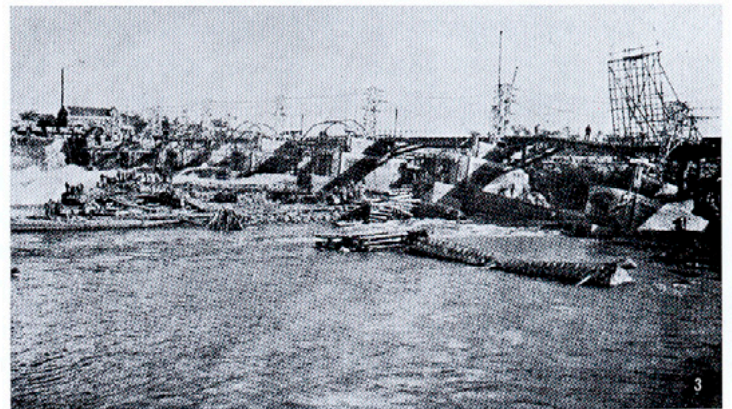
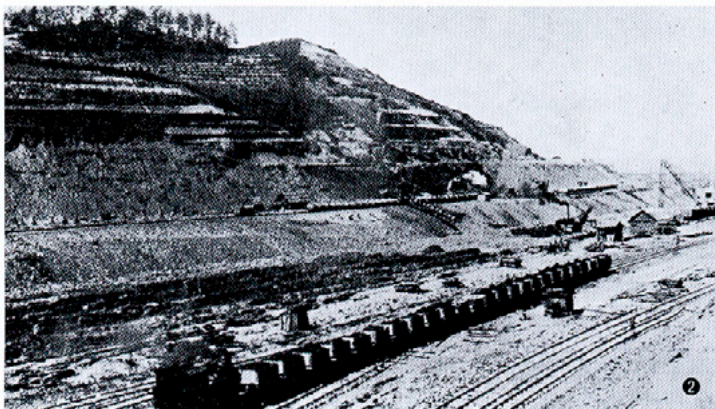


図7 - 新潟平野の河川と放水路

〔放水路〕

- 1 胎内川放水路（明治21年完成）・荒川との分離。
 - 2 落堀川（享保18年<1733>）・紫雲寺湯の干拓ともなって開削。
 - 3 加治川放水路（大正2年完成）。
 - 4 新井郷川放水路（昭和9年完成）。
 - 5 松ヶ崎放水路（享保16年<1731>）・加治川の悪水吐として幅30間（約54m）で開削したものが、阿賀野川の雷代洪水で阿賀野川の本流と化した。
 - 6 関屋分水（昭和47年通水）。
 - 7 新川放水路（文政3年<1820>）・信濃川左岸の西蒲原一帯の排水のため開削。
 - 8 樋曾山隧道（昭和14年完成）・矢川流域一帯の排水のため開削。
 - 9 新樋曾山隧道（昭和43年完成）。
 - 10 大河津分水（大正11年通水）。
 - 11 円上寺隧道（大正9年完成）・大河津分水工事による島崎川遮断に対する補償工事として掘削。
 - 12 東郡組合悪水路（隧道）（明治36年完成）・大河津分水着工以前に島崎川の排水を行うための掘削、現在は崩壊して存在せず。
 - 13 郷本川（明治6年完成）・島崎川の排水のため開削。
 - 14 落水悪水路（大正9年完成）・⑪と同じ理由で開削。
- ・注 ①～⑦は砂丘を切って海へ排出、⑧～⑭は第三紀の丘陵を切って海へ排出。

- 帝石橋
- 親松排水機場
- ⑦新川放水路
- 新川排水機場
- ⑥
- ⑦
- ⑧
- ⑧樋曾山隧道
- ⑨新樋曾山隧道
- ⑫
- ⑨
- 蒲原大堰（計画）
- 中ノ口川水門（工事中）
- ⑩大河津分水
- ⑪円上寺隧道
- ⑫東郡組合悪水路
- ⑬
- 大河津固定堤・可動堰
- 大河津洗堰
- ⑬郷本川
- ⑭落水悪水路

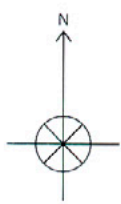
- 胡桃山導水路
- 胡桃山排水機場（計画中）
- 新井郷川排水機場
- ④新井郷川放水路
- ⑤松ヶ崎放水路
- ⑥関屋分水
- 新潟大堰
- 信濃川水門

- 1 胎内川放水路
- 2 落堀川
- 3 加治川放水路
- 4
- 3

- 堤外地
- 干拓地
- 自然堤防
- 扇状地
- 海岸砂丘・浜堤
- 沖積段丘
- 山地・丘陵・段丘
- 河川・湖沼・潟

〔潟〕

- 1 岩舟潟・天明年間（1781～1788年）までに干拓される。
- 2 紫雲寺湯・2 落堀川によって享保18年（1733）に全面干拓される。
- 3 島見潟・5 松ヶ崎放水路によって干涸化。
- 4 福島潟・5 松ヶ崎放水路によって周辺干涸化、その後、周辺干拓が進むが、現在まで水面は残されている。
- 5 鳥屋野潟・享保年間（1716～1735年）に周辺干拓が進むが、現在まで水面が残されている。
- 6 大潟（7 田潟 8 銚潟・7 新川放水路によって周辺干拓が進むが、田潟・大潟は昭和25年頃、銚潟は昭和41年に、全面干拓される。
- 9 揚扶潟・8 樋曾山隧道開削にともない干拓される。
- 10 白蓮潟・寛政年間（1789～1800年）に干拓される。
- 11 上道潟（位下道潟・何回かの被堤により次第に埋り、弘化年間（1844～1847年）に開墾される。
- 13 鎌倉潟・延宝2年（1674）頃干拓される。
- 14 大月潟・江戸時代中期に干拓は始まり、安政6年（1859年）頃に全面干拓に成功する。
- 15 赤沼潟・延宝年間（1673～1680年）に干拓される。
- 16 円上寺潟・文化12年（1815）に干拓ははじまる、明治16年（1833）に一応完成。
- 17 八丁潟・宝暦（1751～1763年）頃までに干拓されるが、中央部は明治前期まで残存していた。



の水害と無関係な寺泊の商家本間数右衛門から何故出されたかは疑問の残るところであるが、舟運路による寺泊港の支配する経済圏の拡大も一要因でなかったかと想定される。

明治末期になってこの新潟港の反対を和解させた条件は、河口の大量浚渫、旧信濃川の川幅を狭め市域を拡大できること、の2点にあった。大型機械力による浚渫の登場は、河口の水深を維持するのみならず、その浚渫の強化によって、より大型船を港に入れることを可能にした。また、大河津分水による洪水流下の減少は、新潟付近の信濃川の川幅を約800mから約300mに縮小させ、約200haの土地を生み出した。この河川の縮小が、後に閑屋分水を必要とする一因となったが、現在の新潟の発展の基盤となった。新潟市街地は、信濃川と日本海とに挟まれた狭隘な地域に立地していたが、新たな利用可能地を得るとともに、川幅が狭くなったことによって対岸まで容易に市域を拡大することが可能となった。新潟駅は、大河津分水工事が着工する以前の明治37年に完成しているが、信濃川右岸の流作場に建設された。また、昭和4年に完成した現在の万代橋は、往復4車線であり、歩道が幅広くとられており、橋長は約300mと人間が歩いて渡っても苦にならない距離となっている。これらのことから、大河津分水と新潟市の都市計画が密接不可分であったことが想像できる。なお、この和解二条件の他に、当時の交通運輸網が舟運体系から鉄道などによる陸上交通体系に転換しはじめていたことも、新潟をして大河津分水に賛成させた重要な時代的背景であろう。

大河津分水の工事と自在堰陥没事件

大河津分水工事は、近代的土木技術手段を駆使して、大正11年8月通水、昭和2年に竣工した。その総工事費は約23,540,000円であり、このうち新潟の河口工事費は約3,400,000円である。分水路掘削土量は約28,186,000m³、河口浚渫土量は約888,400m³であり、掘削・浚渫費は総工費の約38%、機械および船舶費は約27%を占めている。洗堰、自在堰などの築造費は総工費の約8%であり、掘削・浚渫に工費の大部分がとられている。この土工量は、2億m³を超えた利根川改修工事（明治33年着工～昭和5年完成）の土工量と比べ少ないが、江戸時代から見れば天文学的数量であり、大型機械力なくして実現不可能であったことには変りはない。この

大河津分水の計画高水流量は毎秒5,570m³であり、明治29年洪水や分水工事中に見舞われた大正3年洪水（小千谷地点流量毎秒約9000m³であり、明治以降記録にのこる信濃川最大の洪水）の最大流量に比べ小さい値となっている。これは、当時の日本の財政力が貧弱であったことに要因があり、昭和16年に大正3年洪水に鑑みて毎秒9,000m³に改訂された。

大河津分水の分岐点には、旧信濃川に洗堰と閘門、分水路に自在堰と固定堰が設けられた。洗堰は、平水流量を在来河道に流下させ、下流の用水や舟運に支障をおこさせないようにするとともに、洪水の流入を防止するための構造物である。閘門は、洗堰によって航路が遮断されるので、それを確保するための構造物である。固定堰は、分水路の勾配が1/650と旧信濃川の河床勾配より非常に急であり、分水路をそのまま放置すれば信濃川の全水量が分水路にそそぐことになり、それを防止するための構造物である。自在堰は、固定堰による土砂の堆積を防止するため築造され、起伏するペーヤトラップ式鋼扉が使用された。なお、この分水路工事中に、明治初期の工事において妖怪丁場と呼ばれたところに隣接して、3回の大地すべりが発生し、工事の進捗が著しく妨げられた。第1回の大地すべりは大正4年3月に、第2回は大正8年1月に、第3回は通水後の大正13年11月に、いずれも同一箇所が発生したもので、その3回の大地すべりによる処理土量は3,580,000m³に達した。ところが、大河津分水竣工のよるこびも束の間、昭和2年6月24日、自在堰の第6号から第8号にかけてのピアが陥没を起し、水位調節の機能を全く失い、信濃川の全水量が分水路を流下し、洗堰から下流の信濃川下流への通水が途絶する事件が発生した（写真3）。そのため、農業用水、水道用水は枯渇し、舟運も全く通航できず、その被害は甚大なものであった。まさに、この事件は、新潟港やリンドウの分水反対理由を、実物実験で立証したものであった。この自在堰の陥没の主要原因は、分水路に河床低下を防止する床固工が大正11年8月通水以後に1箇所設置されたに過ぎず、分水路河床の急激な低下を招き、自在堰の上下流の水位差が計画水位差の2.3倍の7.73mに達し、基礎砂層の浸透性を増加し、砂層中の微細な粒子を流出させたことにあった。大河津分水は、当時の土木技術者が総力をあげて建設しただけに、その破壊は

土木技術者に深い衝撃を与えた。この破壊にもなう応急工事は、全国から125名の技術者があつめられ、6月24日直ちに開始され、第1仮締切りが9月11日、第2仮締切りが12月15日に完成した。また、本格的な補修工事は、同年12月工費4,460,000円の予算をもってはじめられ、青山士^{あきら}の指揮のもとに昭和6年6月竣工した。この工事によって、新可動堰は引き上げ扉のストローニー式鋼扉に改められ、旧自在堰の上流100mの位置に築造され、河床の洗掘を防止するため旧自在堰基礎を補強改造した第一床固と分水路流末の第2床固が設置された。

この事件は、かりに江戸時代ないし明治初期に大河津分水開削に成功していたら、阿賀野川の場合と同じように本流をもとに復することはできず、新潟平野は枯渇し、水害より日常的で被害の大きい旱害に苦しめられ、新潟平野の開発は一層停滞したことを想像させるものであり、技術の発展段階に応じた工事が行われる重要さを示している。明治初期の工事において、それを中止させた妖怪丁場の地すべりは、逆に考えるならば、天啓であったと言わねばならない。青山士は大河津分水補修工事竣工記念碑に「萬象二天意ヲ覺ル者ハ幸ナリ、人類ノ為メ國ノ為メ」と日本語とエスペラント語で記したが、松ヶ崎放水路が先行し大河津分水が遅れねばならなかった地形・地質などの自然条件や社会条件を含め、まさに、万象に天意を知る思いがする。

新川放水路

新川放水路は、文政元年（1818年）着工し、文政3年に完成したもので、西川に流入していた早通川を底樋で西川を横断させ、鎧淵、田淵、大淵などのあった西蒲原地域の悪水を直接日本海に排出させた。この工事は、長岡藩と村上藩の協力のもとに行われたが、その工費の大半は地元農民の負担であった。この新川放水路によって、前記三淵の全面干拓は行えなかったが、淵周辺など約630haが干上り、開墾された。しかし、この開墾地は、文政10年上知命により、幕府にとりあげられてしまった。鎧淵周辺は、もとは「御封印野」と呼ばれ、遊水地として新田開発が禁止された地域であった。この御封印野の干拓計画は、享保11年（1726年）に、地元がまったく知らないうちに町人請負として登場した。しかし、新川放水路を開削して、三淵周辺とも干拓しようとする計画が登場したのは、元文2年（1737年）のことであった。これは松

ヶ崎放水路に刺激されたものであった。その後、地元農民達は、藩庁や幕府に対し9回におよぶ開削請願を出している。この工事の着工に約90年間も要した理由は、排水受益地域が長岡藩、村上藩、幕府領と入りみだれており、資金や人足の調達、漬地に対する補償など多くの難問題があったが、やはり、新潟港の強い反対にあった。新潟港は、この新川放水路開削を了解するための条件として、信濃川の水が新川に流れ込むようなことがあったら元通りにすること、通船に差支えないようにすること、堀割場所での海船・川船の出入はもちろん、沖合海船上での取引は一切禁止すること、の3条件を出している。また、着工が遅延した理由に、砂丘からの飛砂によって水路が埋まるという技術上の問題もあったと考えられる。新川放水路に非常に類似した放水路として、高田平野の新堀川がある。新堀川は、10回におよぶ請願の末、農民の手によって宝暦7年(1757年)に開削されるが、砂丘の飛砂などのため埋没し、天明年間(1781~1788年)から飛砂防止のため松の植林を行い、天保5年(1834年)にやっと完成をみた。新川放水路周辺砂丘の松も江戸時代後期に植林されたとのことであり、新堀川の経験が生かされたものと考えられる。現在、この松林を切りはらって、新潟大学が統合移転された。新たな飛砂問題が起らないことを祈っている。

なお、文政3年の完成以後、新川放水路の維持、底樋の改造、明治末からの排水機の設置など幾多の努力によって低湿地の改良が進められ、昭和25年頃には田潟、大潟の、昭和41年には鎧潟の全面干拓に成功した。また、昭和45年には、新川放水路河口に、東洋一と言われる毎秒240m³の能力をもつ新川河口排水機場が建設され、かつての湿地帯は乾田化されるに至っている。

郷本川、東部組合悪水路、円上寺隧道、落水悪水路

郷本川は、三島郡和島村島崎の約1km下流から第三紀の丘陵を切って寺泊町郷本に至る水路で、島崎川を直接日本海に排水する放水路である。この放水路は、明治初期の大河津分水工事により、西川に通じる島崎川が遮断され排水不良になったため、明治5年(1872年)島崎川の1支川であった郷本川を逆流させるように開削されたもので、明治6年に完成した。当時の日本海への落ち口は、現在の位置から約200m先で滝となって落ちており、当時は機械力もなくすべ

て人力によるものであったから、十分な深さに掘ることができず、完全な排水を行うことができなかった。しかし、この郷本川と大河津分水の掘跡を利用した須走川によって、明治16年には円上寺潟の干拓に成功している。なお、円上寺潟の干拓に関しては、寛政10年(1798年)に計画され、文化12年(1815年)に第三紀の丘陵を隧道でくり抜き、大河津分水の河口にあたるところで日本海に放流する間歩堀が開削されたことがあった。しかし、この間歩堀は、構造上の問題や土砂の堆積のため、円上寺潟の排水を十分行うことはできなかった。

東部組合悪水路は、島崎川に平行する右支川馬鹿川の水を島崎川を底樋でわたり、県道寺泊~大河津線に沿って流れ、第三紀の丘陵を隧道でくり抜き、寺泊で日本海に達する放水路であった。これは、明治29年、30年の水害で島崎川が氾濫したため、小越と平治が中心となり東部普通水利組合を組織し、明治32年着工、明治36年に竣工したものである。しかし、現在は隧道が崩壊して存在していない。

円上寺隧道、落水悪水路は、明治40年にはじまる大河津分水工事によって島崎川が完全に遮断されるため、その付帯工事として大正9年(1920年)に完成された。この時、郷本川の改修も付帯工事として行われた。この諸工事は、小越と平治の計画によるもので、彼の内務省に対するねばり強い折衝の結果完成を見たものである。これらによって、大河津分水で遮断された島崎川流域(流域面積約59km²)の排水工事は一応の完成をみた。しかし、昭和36年8月の集中豪雨では、地すべりで郷本川が塞き止められ、逆流した洪水は島崎川下流一帯を湖水と化した。この水害に鑑みて、郷本川には従来の落ち口とは別に郷本隧道が開削され、円上寺隧道は別にもう一本隧道が開削され、落水悪水路も改修された。これによって、島崎川に関する排水能力は昭和36年以前の2倍以上に強化され、6・26水害においても島崎川上流部の一部をのぞき、大きな被害は発生しなかった。現在、郷本川が島崎川の本流のような状態となっている。

胎内川放水路

胎内川は、流域面積約135km²、流路延長約39kmの河川であり、黒川で新潟平野に流出し、みごとな扇状地を形成し、砂丘を切って日本海にそそいでいる。しかし、明治前期までの胎内川は、砂丘にぶつかると右折して、今の大日川

に沿って荒川に合流しており、扇状地の扇端と砂丘に挟まれた地域は低湿地を形成し、水害常習地帯であった。この状況下にあって、明治5年(1872年)中条町の宮原泰治郎は、砂丘を切って笹口浜に至る胎内川放水路を計画し、官に出願した。その後、明治20年ようやく県当局から開削の許可があり、地元資金によって明治21年胎内川放水路が完成した。その工事の概要は、川幅平均108m、深さ5.5m、水路延長1,102mであり、総事業費は25,216円であった。この事業により、低湿地の水害が解消され、明治44年関係部落は宮原泰治郎翁顕彰之碑を建立した。その後、胎内川沿川は昭和41年、42年の集中豪雨で大水害に見舞われた。そのため、胎内川の基本高水を毎秒2,100m³とし、上流に胎内川ダムを築造して毎秒600m³を調節し、河道の計画高水流量を毎秒1,500m³とする改修計画がたてられた。胎内川ダムは昭和51年に完成し、今回の6・26水害では河道内の災害にとどまり、破堤氾濫はなかった。

加治川放水路

加治川は、平野部に流れ出すと緩扇状地を形成し、もとは何本にも分派して紫雲寺潟や福島潟などの低平地に流れ込んでいた。これが、溝口氏の新発田入封(慶長3年・1598年)以後、次第に整理統合され、享保年代(1716~1735年)には、道賀で砂丘にぶつかると数列の砂丘を切り、砂丘間を西流して松ヶ崎で阿賀野川に合流する形に造りかえられていた。現在の新発田川、佐々木川(太田川)などは、かつての加治川の分派川であり、農業用水路としても利用されてきた。

加治川悪水吐としての松ヶ崎放水路の経緯は前述した如くであるが、道賀から砂丘を切って直接日本海に放流する加治川放水路は、明治41年(1908年)着工、大正2年(1913年)に完成した。この放水路の計画は、明治7年(1874年)新発田藩士で治水家として知られていた富樫万吉によって、発案された。その目的は、士族授産のため道賀付近から松ヶ崎までの川敷および沿川約550haの新田開発を主眼としたものであった。しかし、関係諸村の反対も強く、簡単には実現に至らなかった。その後、明治29年大水害をはじめとして水害が相次ぎ、阿賀野川の逆流問題もあって、阿賀野川と加治川の分離が重要課題となり、明治41年実現への運びとなったわけである。この放水路は、延長5km、敷幅

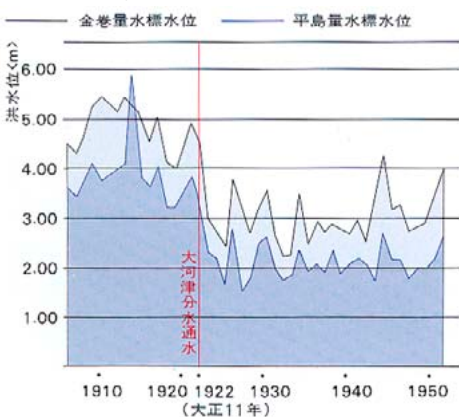
110～180m、掘削深最大24mである。分流口には洗堰を設けて水量の調節が行われ、旧川は幅18mに改修され、運河として利用された。この総工費は約813,000円であった。

この放水路の完成によって、加治川沿川の水害は激減し、昭和41年まで加治川の破堤氾濫は発生しなかった。しかし、昭和41年7月と42年8月の集中豪雨で、加治川は2年連続して破堤し、大水害をもたらした。この水害で、地元住民は堤防構造など河川の改修・管理に瑕疵があったとして国・県を相手に全国初の本格的な水害裁判を起し、現在まだ係争中である。この水害後、加治川の基本高水は昭和41年以前の2倍にあたる毎秒4,000m³に改訂され、そのうち毎秒1,000m³を調節するダム群として内の倉ダム・加治川治水ダムが計画された。これらの諸工事は昭和49年には完成し、今回の6・26水害における加治川水位は警戒水位を越えた程度に過ぎなかった。なお、現在の加治川の流域面積は約346km²であり、流路延長は約65kmである。

阿賀野川改修工事と新井郷川放水路

阿賀野川は、大正2年大洪水をおこし、沿川に大被害をもたらした。特に、小阿賀野川に流入した洪水は右岸堤を破堤させ、亀田、新潟を長期間湛水させた。この時、洪海川、刈谷田川なども大出水しているが、信濃川はそれほど大きな洪水とはならなかった。そのため、当時建設中であった大河津分水が完成しても、新潟平野の水害は完全に克服できないことが明らかとなり、阿賀野川・小阿賀野川の改修請願が数多く出された。その結果、内務省直轄の阿賀野川改修工事が大正4年着工し、昭和8年総工費約11,887,000円で竣工した。この工事で、満願寺

図8 - 大河津分水前後における信濃川下流の洪水水位 <信濃川下流における農業水利の展開と農業発展 金沢農地事務局, 昭和34年>



水門が築造され、阿賀野川と信濃川下流が分離されたわけである。

新井郷川放水路も、この工事の附帯工事として、大正9年着工し、昭和8年に竣工した。江戸時代中期頃、新井郷川は新崎(松ヶ崎放水路河口より約4km)付近で阿賀野川に合流していた。福島潟周辺は、標高は0～2mと低く、阿賀野川の逆流問題に常に悩まされていた。そのため、江戸時代後期には2度にわたり合流点が引き下げられ、明治時代の新井郷川合流点は旧加治川合流点に一致していた。新郷川放水路は、この旧加治川を含め、阿賀野川と分離して、直接日本海に向けて開削された。

この放水路によって、福島潟周辺の阿賀野川逆流問題は解消された。しかし、福島潟周辺は、新潟平野の中でももっとも低窪地であり、また、五頭山系からの小河川群が福島潟に流入しており、内水湛水問題は解消できなかった。そのため、戦前から農地開発営団事業として福島潟周辺の排水改良が進められ、戦後は国営土地改良事業として、昭和36年新井郷川末流に新井郷川排水機場(現在の排水能力毎秒110m³)が建設され、新井郷川・福島潟に流入していた安野川、大荒川などが分離され阿賀野川に放水されるようになった。これにより、常習的湛水害が克服され、福島潟も約半分の168haが昭和50年干拓された(ただし、この干拓地は洪水時には遊水池となる)。しかし、6・26水害でみたように、洪水時には長期間湛水し、排水問題を克服するに至っていない。

樋曾山隧道

樋曾山隧道は、西川の左支川矢川の水を、第三紀の弥彦山系の下をくり抜いて、直接日本海に排水する放水路であり、2本ある。

矢川は、急峻な弥彦山系から流出をうける一方、水位の高い西川に合流するためその逆流問題もあり、矢川下流部の水害は宿命であった。そのため、矢川下流部諸村は岩室橋や間手橋の橋脚を狭め、上流からの急な出水を防止していた。しかし、この橋脚狭小化は、出水のたびに矢川上・下流諸村間にするどい対立関係を生み出していた。この問題を解決する方法として、明治末期に樋曾山隧道開削計画が登場した。これが昭和8年県営排水改良工事としてとりあげられ、昭和14年に完成した。隧道延長は約3kmであり、通水能力は毎秒約20m³であった。この放水路の完成により、揚技潟が干拓され、矢川沿川の

米生産は約17%上昇した。

しかし、矢川の流域面積は約31km²であり、その通水能力に比べはるかに大きい洪水が発生する一方、戦後は隧道の落盤があり通水能力は毎秒約11m³に低下していた。このため、昭和36年に再び県営排水改良事業で新樋曾山隧道が着工され、昭和43年完成した。この通水能力は毎秒約48m³であり、旧隧道と合わせ毎秒約59m³の排水が可能となった。これにより、平常時の排水問題は解決された。しかし、今回の6・26水害では、矢川上流地域の約290haが1週間以上湛水しており、現在、新放水路開削計画が胎動しはじめている。

関屋分水

関屋分水は、新潟市の平島付近から関屋浜海岸までの間に開削された延長約2kmの放水路である。この工事は、昭和39年3月国庫補助による新潟県事業として開始されたが、昭和40年信濃川下流の1級河川指定とともに建設省の直轄事業に移管され、昭和47年通水した。

この関屋分水の構想は、新川放水路開削に関連してその一案として、江戸時代中期に登場した。新川開削後も、新川の恩恵を受けられない青山・平島方面8ヶ村が、しばしば関屋浜開削を請願した。しかし、この放水路計画は、新潟港の至近距離に位置し、松ヶ崎放水路の二の舞を恐れた新潟港の猛反対により、実現への道は遠かった。明治2年(1869年)には、亀田郷鍋湯新田を中心とした農民達が関屋堀割を強行しようとした関屋村分水騒擾事件が発生し、長岡藩が空砲を撃って騒動をおさえるほどであった。関屋分水問題は、その後しばらく大河津分水問題の陰の存在であったが、大河津分水工事ははじまった明治42年に平島から現在の関屋分水路に沿って、平島近辺の悪水を排除するための堀割が行われ、明治44年に完成した。この堀割は、信濃川右岸の亀田郷の排水には効果を発揮しようがなかったが、信濃川左岸の西蒲原東部郷の農民達の悲願が達成されたものであった。しかし、この堀割は小規模のため、河口は間もなく漂砂によって閉塞し、平島排水機場ができた後は埋め立てられてしまった。

大河津分水や阿賀野川改修工事完成後は、外水位の低下(図8)とポンプの導入によって新潟平野の排水問題は一応解決され、関屋分水はむしろ新潟港の利益のために検討されるようになった。それは、大河津分水完成後も新潟港は土砂

堆積がつづき毎年多量の浚渫が行われる状態であり、関屋分水によって新潟港に土砂を流入させず埋没を防止しようというものであった。この考えのもとに、昭和8年、昭和16年、昭和35年と再三にわたって関屋分水計画が登場した。また、昭和36年8月には信濃川下流の計画高水位にせまる洪水が発生し、関屋分水は新潟市の治水にとって緊急の課題となった。これは、前述した如く大河津分水完成後の新潟市街地付近の信濃川幅縮小化がもたらした問題でもあった。このため、関屋分水は、新潟市街の水害防禦を主目的に、新潟港の土砂堆積の減少、新潟西海岸の欠壊防止などの目的をも含め、着工された。その工費の大部分は、分水下流の信濃川の土地造成によってまかなう計画であった。しかし、着工した昭和39年の6月16日新潟地震が発生し、旧河川敷の軟弱地盤が実証され、土地造成が不可能となり、関屋分水計画は一時中止されそうになった。しかし、関屋分水は治水上重要な工事であり、新河川法によって信濃川下流が1級河川に指定され、建設省の直轄工事として実現された。

今回の6・26水害では、信濃川水門が未完成であり、関屋分水の分派点では自然分流され、関屋分水に毎秒約1,300m³、旧川には毎秒約900m³が流下した。この関屋分水が完成していなかったら、今回洪水で新潟市街はもちろん、関屋分水上流においても大きな被害が発生したと考えられる。

おわりに

以上で、新潟平野の放水路群の概要をみた。さらに、現在、福島潟放水路、新発田川放水路の用地買収が進捗しており、矢川にも新放水路計画が胎動している。新潟平野の開発は、これらの放水路なくしてあり得なかったのである。ただし、これらの放水路のうち、福島潟放水路は、福島潟を全面干拓することはできず、残水面と昭和50年造成の干拓地を、遊水池として残さざるを得ない。この点は、他放水路群と性格を異にしている。これは、福島潟の平常水位が海面下にあり、この水位がある程度上昇して始めて福島潟の自然排水が可能であり、また一方、福島潟への流入河川は数が多く、急速な流出があるからである。福島潟放水路は、このような技術的困難さがあり、その意味においては、新潟平野の開発・治水の最終章を飾る放水路とも言

える。

新潟平野の開発は、これらの放水路を基幹として、用排水路の整備・ポンプの設置などによって、かつて胸まで没するような強湿地帯が、今日見るような乾田地帯に変貌する段階にまで達したのである。新潟平野は、まさに、放水路の展示会場と言える。そして、その一本一本には、長い歴史と農民達の水に対する不屈の魂がひそんでいるのである。

しかし、今回の6・26水害で見たように、治水上多くの問題点が残されている。むしろ、こうした放水路群や明治以降の河川改修工事がなければ、1兆円を超える被害が発生したことは想像にかたくないが、水防活動によって破堤・溢水の危機を脱したところが多かった。今後とも治水の安全度を高めていく必要がある。しかし、治水の安全度の向上には限界があり、絶対に破堤をおこさせないような治水は、財政上の問題や土地資源の観点などから、不可能であると言える。今回の6・26水害における総降雨量が1日間で降ったとするならば、信濃川や阿賀野川もはたして安全であったかどうかは疑問の残るところである。信濃川や阿賀野川の川幅を現在以上拡張することは無理であり、上流に計画されている洪水調節用ダム群では、これら大河川の大洪水を防ぎ切ることは不可能であろう。治水の安全度向上に限界があるとするならば、それを補完するものは地域住民の水防意識とそれによる水防活動以外にない。水防技術は、いうなれば、「等身大の技術」であり、長大な連続堤防や大規模ダムなどの巨大技術に比し、あまりに小規模であるかも知れない。しかし、この等身大の技術が、6・26水害では多くの破堤氾濫をくい止めたのは事実であり、長い水との戦いの歴史のなかで保存されてきたものである。ところで近年、都市化の進展や巨大技術の発展の陰で、この等身大の技術が忘れられはじめている。筆者は、治水と水防がうまくかみあってはじめて、真に「水害を防ぐ」ことができると考えている。水防を再検討し、その技術を正しく伝承したいものである。

最後に、筆者がいままで収集した信濃川関係の参考文献一覧をかかげ、この小論を書くまでに協力を得た多くの人々への謝意にかえたい。ただし、郷土史やパンフレット類は部数が多いため割愛させていただいた。

参考文献

- ・北越雪譜。鈴木牧之・天保8年・復刻校注・野島出版・昭和45年
- ・新潟県水災概況。新潟県・明治29年
- ・西川改良及新川底樋改造工事概況。新潟県・大正2年
- ・新潟県治水調査書。新潟県・大正6年
- ・水災記要。新潟県・大正6年
- ・郷土史概論。大木金平・大正10年
- ・信濃川改良工事沿革誌。信濃川大河津分水工事竣功式協賛会・大正13年
- ・古志郡八町瀧治水沿革史。小熊謹次郎・猿橋川水害予防組合・大正14年
- ・加治川治水沿革史。加治川水害予防組合・大正15年
- ・栃尾郷大水害誌。大竹末吉・栃尾郷大水害誌編纂所・昭和3年
- ・越後平野に於ける河川境界に就いての政治地理学的研究。岩田孝三・大塚地理学会論文集第2輯・昭和8年
- ・新井郷川治水沿革略史。新井郷川水害予防組合・昭和10年
- ・刈谷田川改修工事沿革史。刈谷田川右岸水害予防組合・昭和16年
- ・白根郷治水史。白根郷普通水利組合・昭和20年
- ・信濃川(中魚沼郡)水害史。信濃川魚沼治水会・昭和22年
- ・能代川沿革史。佐藤俊英・能代川改良工事期成同盟会・昭和24年
- ・新潟県旧信濃川河川調査委員会報告書。新潟県旧信濃川河川調査委員会・昭和28年
- ・新川沿革史。西蒲原土地改良区新川工区・昭和31年
- ・千曲川治水誌(第一部、第二部)。関東地方建設局長野工事事務所・昭和32年
- ・信濃川水系に於ける河川改修工事(上)、(下)、続編(上)、(下)。富永正義「河川」・昭和32年6月号、7月号、昭和33年1月号、2月号
- ・信濃川下流域における農業水利の展開と農業発展。金沢農地事務所・昭和34年
- ・旧信濃川関屋分水調査報告書。新潟県・昭和35年
- ・新津郷治水沿革史。新津郷土地改良区・昭和38年
- ・昭和39年7月出水による刈谷田川水害基礎調査報告書。北陸地建長岡工事事務所・昭和40年
- ・水利事業の展開と地主制。馬場昭・御茶の水書房・昭和40年
- ・亀田郷治水史。島谷部仁・亀田郷水害予防組合・昭和41年
- ・信濃川水系開発参考資料。北陸農政局信濃川水系農業水利調査事務所・昭和41年
- ・三湯水抜一件。斉藤順作・巻町双書・昭和42年
- ・信濃川大河津分水誌第1集、第2集。建設省北陸地方建設局長岡工事事務所・昭和44年
- ・加治川水害の意味するもの()、()。高橋裕、宮村忠・「水利科学」・1970年 No.73, 74
- ・母なる信濃川。毎日新聞新潟支局編・北陸建設弘済会・昭和45年
- ・日本の河川 自然史と社会史。小出博・東京大学出版会・1970年
- ・旧信濃川の河道計画について。北陸地方建設局旧信濃川工事事務所・昭和45年
- ・水害の記録。新発田市・昭和47年
- ・日本の河川研究 地域性と個性。小出博・東京大学出版会・1972年
- ・信濃川(長岡地区)河道計画報告書。北陸地方建設局長岡工事事務所・昭和48年
- ・日本灌漑水利慣行の史的研究。各論篇。喜多村俊夫・岩波書店・昭和48年
- ・日本の国土。(上)、(下)。小出博・東京大学出版会、1973年
- ・信濃川(中・上流)流量検討報告書。北陸地方建設局長岡工事事務所・千曲川工事事務所・昭和48年
- ・渋海川用水記。須藤重夫・昭和48年
- ・新潟県ダム事業概要。新潟県土木部河川開発課・昭和49年
- ・阿賀野川。北陸農政局阿賀野川農業水利事業所・昭和49年
- ・日本図誌大系、中部。朝倉書店・昭和49年
- ・瓢湖の水。佐藤貞太郎・瓢湖の白鳥を守る会・1975年
- ・北陸の河川。北陸地方建設局・昭和51年
- ・水と土と農民。亀田郷土地改良区・昭和51年
- ・亀田郷土地改良誌。亀田郷土地改良区・昭和51年

新潟県の縄文土器



①



②



③



④



⑤



⑥



⑦

①深鉢 新潟県東蒲原郡上川村室谷洞窟《草創期》高さ23.5cm、長岡市立科学博物館、草創期後半の多縄文系土器で、土器の装飾に縄文をはじめ採用した様式である。口縁と底部の隅丸方形の形態は縄文土器全体のなかでも特例。段状に屈曲する頭部には右捻りと左捻りの縄を捻り合わせた特殊な縄文を施して装飾的效果をあげる。

②尖底深鉢 新潟県中魚沼郡津南町卯ノ木遺跡《早期》高さ24.3cm（推定）、長岡市立科学博物館、早期中葉に盛行した押型文系土器様式、彫刻を施した軸を回転押捺して文様を表わす。乳房状の尖底部からゆるやかなカーブを描いて口縁にいたる端正な形態を示す。器面は精円文と山形文を交互に四帯ほどこしている。

③深鉢 新潟県長岡市山下遺跡《中期》高さ27.8cm、長岡市立科学博物館、火災土器様式の古期に属し、①のごとき鋸齒状の口縁は未発達。頭部をめぐるコマボコ状の隆線束によって、上・下二分され、胸部に四つ配された横位の逆「S」字文は本様式の特徴的なモチーフである。

④深鉢 新潟県長岡市馬高遺跡《中期》高さ29.3cm、長岡市立科学博物館、中期中葉の信濃川流域を中心に特異な発達をみせた火災土器の典型である。口縁に大きく立ち上がる4つの突起は、燃えさかる火災を思わせるところから名づけられたが、むしろ尻尾をピンと立てて左を向く動物像にもみえる。

⑤蓋 新潟県三島郡出雲崎町稲川矢郷橋遺跡《後期》高さ10.5cm、長岡市立科学博物館。

⑥深鉢 新潟県三島郡三島町根立遺跡《後期》高さ22.5cm、長岡市立科学博物館、信濃川・阿賀野川流域を中心に佐渡を含むほぼ現在の新潟県全域にわたって行なわれた三十稲場様式。器面全体を棒状工具で施したいわゆる刺突文で覆い尽くすという特色を示し、後期初頭に出現して短期間のうちに忽然と消えたが、その原因は謎である。とくに王冠状の蓋の製作を得意とし、隣接の山形県や福島県会津地方から太平洋岸のいわき市、仙台湾方面にまで影響を与えた。

⑦深鉢 新潟県小千谷市三仏生遺跡《後期》高さ25.5cm、長岡市立科学博物館、後期中頃の加曾利B様式。関東地方から仙台湾方面にいたる太平洋岸を中心に発達した様式で、その影響は北は千島、礼文島から南の九州まで広く及んだ。本例はその典型の一つで、全面が丁寧に籠で磨かれ、黒褐色に焼き上げられて光沢を放つ。

①～⑦ 文・小林達雄 写真提供・講談社《日本原始美術体系1より》

- 草創期 1・2・3・4・5=室谷洞窟(東蒲原郡土川村)
- 早期 1=室谷洞窟 2・3・4・6・7・8=卯の木遺跡(中魚沼郡津南町) 5=三筆遺跡(中魚沼郡津南町)
- 前期 1=室谷洞窟 2=泉庵寺遺跡(中魚沼郡中里村) 3・4・5・6・7・8=鍋屋町遺跡(中頸城郡柿崎町)
- 中期 1・2・3=吉野屋遺跡(南蒲原郡栄村) 4=加津保遺

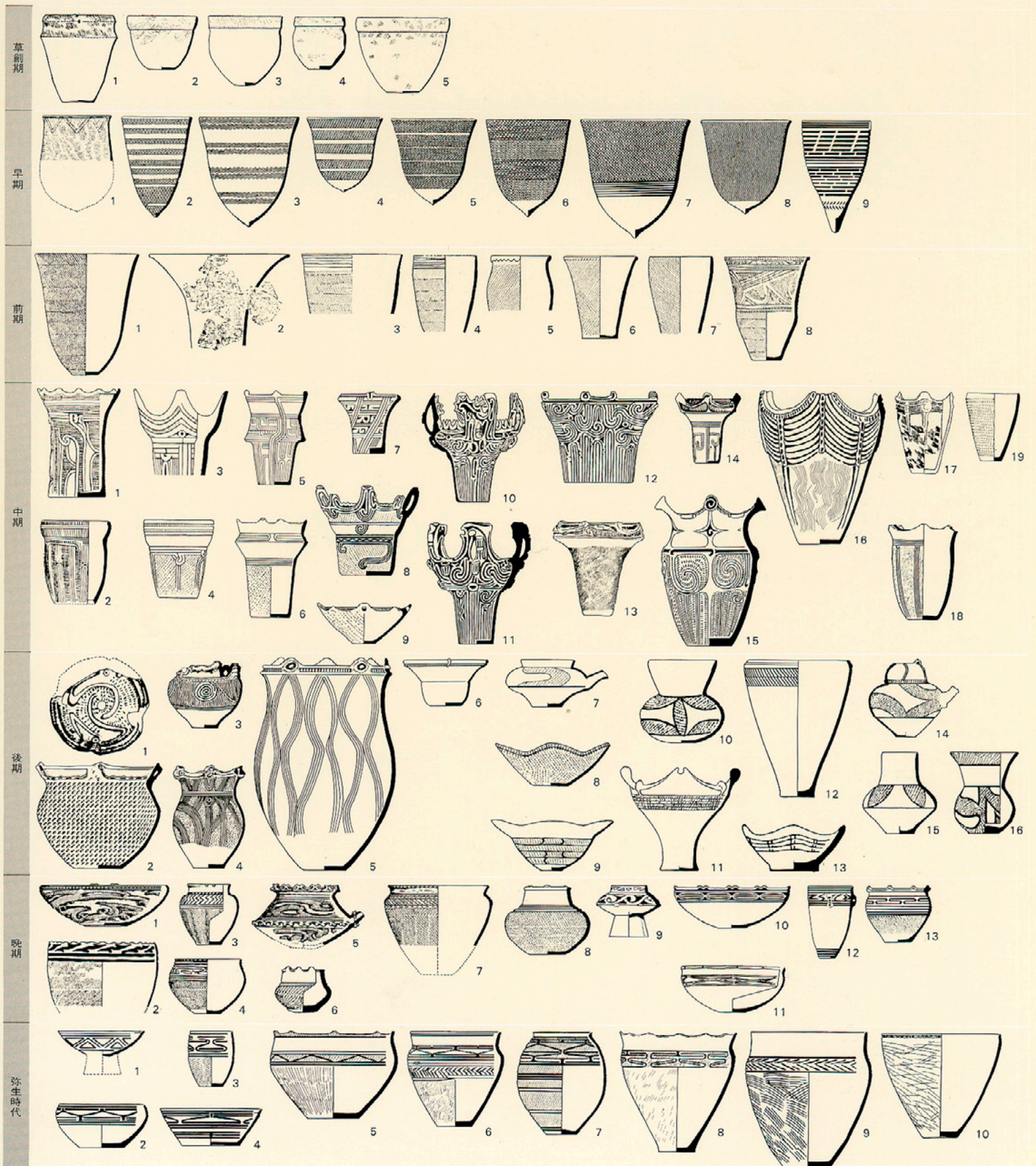
- 跡(長岡市) 5・6=山下遺跡(長岡市) 7・8・9・10・11・12・14・15・16=馬高遺跡(長岡市) 13・17・19=沖ノ原遺跡(中魚沼郡津南町) 18=大平遺跡(小千谷市)
- 後期 1=吉野屋遺跡 2・3・4・5・6=根立遺跡(三島郡三島町) 7・8・9=金塚遺跡(長岡市) 10・11・12・13=三仏生遺跡(小千谷市) 14・15=岩野原遺跡(長岡市) 16=藤堂遺跡(北

蒲原郡和田町)

- 晩期 1・2・3・4・5・6・7=朝日遺跡(三島郡越路町) 8・9・10・11・12・13=藤橋遺跡(長岡市)

- 弥生時代 1・2・3・4・5・6・7・8・9・10=緒立遺跡(西蒲原郡黒崎町)

新潟県の縄文土器編年模式図



<縮尺不同>