

盆地の北部では、喜多方市街地やその周辺に工業用を主に、上水道用や農業用が混在している。全体的には、やはり農業用が圧倒的多数を占め、大塩川右岸から濁川中流部まで分布し、中でも中央部を南流する田付川沿いに集中している。ほとんどが浅井戸で 10 m 前後の深さを有し、場所によって差異はあるが、1 井当り 300 m³/d から最大 5,000 m³/d に及ぶ取水を行っている。平均 2,000 m³/d 前後である。深井戸は、上水道用、工業用が主で、深さは 100 m 前後で揚水量は 1,000 m³/d ないし 2,800 m³/d となっている。

盆地全域での傾向として、冬季間の交通確保のため市街地などで消雪が行われ、その水源として、とくに深層の地下水を対象として、各地で急激な開発が進められた。1974 年以降、掘削された消雪用水源井の多くは深井戸で、50 m から 150 m に及ぶ。中には、自噴井もみられ、水温は 12~15°C となっている。今後とも設置が進められると考えられる。他方、農業水利事業が盆地内をほぼ網羅して推進されており、完成の暁には、これまで補助水源として大いに用いられてきた農業用の地下水利用に相当の変化がみられることになる。

なお、日橋川上流域の猪苗代湖北岸に面する地域でも、消雪水源としての深井戸が掘削されており、深さは 50~100 m 程度で数百 m³/d から数千 m³/d の揚水が可能で、中には自噴しているものもある。

(工藤 浩)

参 考 文 献

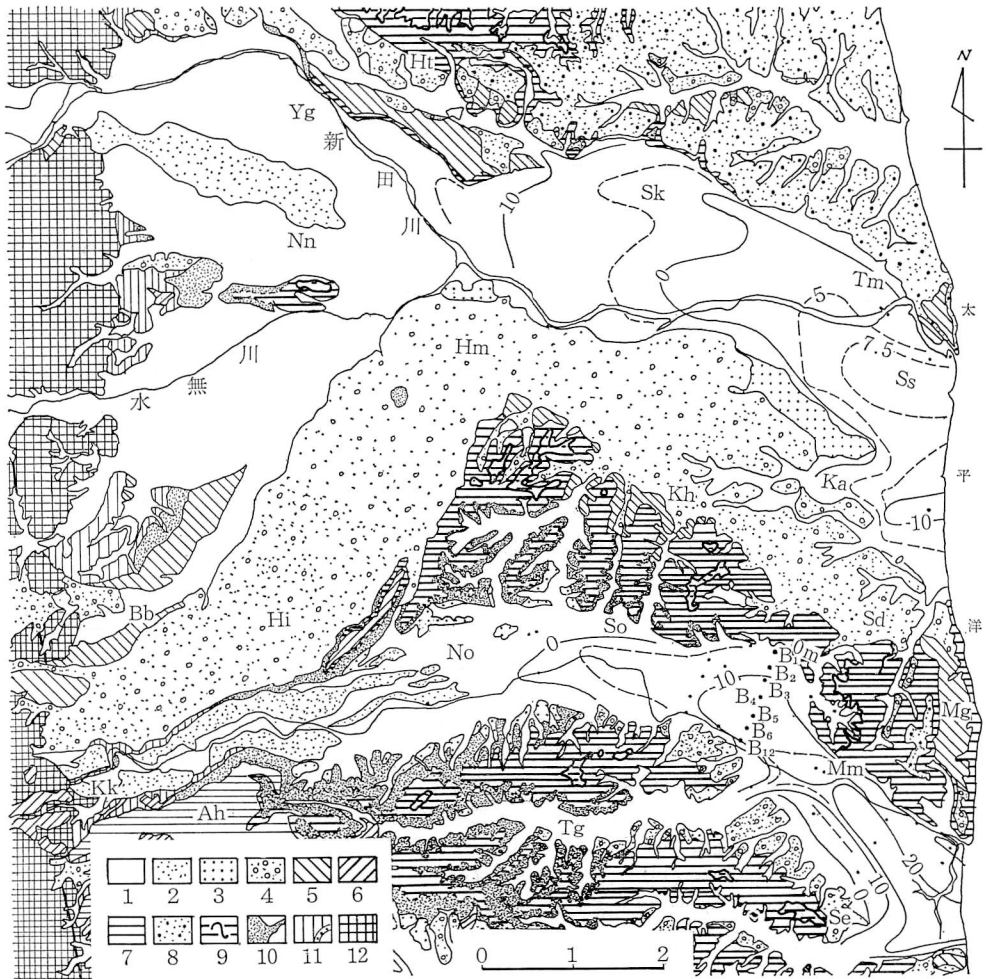
- (1) 平山光衛 (1969): 会津盆地地形分類図説明書 (東北農政局計画部)
- (2) 鈴木敬治 (1964): 福島県 5 万分の 1 地質図幅説明書「会津地方」(福島県)
- (3) 東北農政局計画部 (1965): 農業用地下水調査報告書「会津盆地地区」
- (4) 国土庁土地局 (1979): 阿賀野川地域主要水系利水現況図Ⅱ (喜多方・会津若松)
- (5) 国土庁土地局国土調査課 (1979): 阿賀野川地域主要水系調査書
- (6) ————— (1979): 全国地下水 (深井戸) 資料台帳, 東北編
- (7) 東北農政局計画部 (1978): 福島県水文地質図集
- (8) 東北農政局計画部 (1978): 農業用地下水利用実態調査報告書——資料集——

16. 相 双 丘 陵

(1) 地形・地質

相双丘陵は、阿武隈山地の東部に、北は宮城県南部から南は福島県南部まで発達し、両地形区の境界はほぼ双葉断層に一致している。この丘陵地はほぼ全域的に第三紀層 (鮮新世) および第四紀層で構成される。原町市付近に模式的に発達し、地下水利用が盛んに行われ、著しい地盤沈下が発生している。

相双丘陵は、東西の幅 8~10 km、頂高は西縁部でほぼ 150 m、東方へ緩やかに低下し、太平洋岸で約 70 m になっている。丘陵地は開析されて 7 つの段丘と 1 つの河岸平野が発達している (図 2-2-75)。段丘は古い方から第 1~第 7 段丘と呼ばれ、このうち第 3 段丘は海岸部で海岸段丘、内陸部で河岸段丘となっている。第 4 段丘は雲雀ヶ原から原町市街地を通って雫に至る 6 km の範囲に幅約 2 km を有して発達するとともに、新田川、太田川両河岸沿いにも断片的に認められる当域最大の段丘である。第 6 段丘は新田川と太田川の中流部に発達し、河口より 3~4 km 付近で低地下へ没する。また、第 7 段丘は太田川中流部の低地下に分布している。その他の段丘



1：“沖積層” 2～7：第6～第1段丘構成層 8～11：竜の口層（8：砂岩 9：シルト岩—京塚沢凝灰岩を含む 10：中～粗粒砂岩 11：凝灰質砂岩～シルト岩・亜炭） 12：基盤岩類
 Ah：珪原 Bb：馬場 Hi：雲雀ヶ原 Hm：原町市街 Ht：東高松 Ka：菅浜 Kh：北原
 Kk：片倉 Mg：間形沢 Mm：米々沢 Nn：長野 No：中太田 Om：大甕 Sd：雫 Se：下江井
 Sk：下北高平 So：下太田 Ss：下渋佐 Tg：鶴谷 Tm：館前 Yg：横上

図2-2-75 原町市の地質図（東北農政局⁽¹⁾による）

群は丘陵地の頂面や側壁などに小規模に分布するにすぎない。

後述する地盤沈下現象は、太田川下流の低地を中心に段丘、丘陵上にも発生している。

丘陵地は第三紀鮮新世の竜の口層で構成され、同層は岩相や岩質の違いから下部のa層、中部のb層および上部のc層に三分できる（表2-2-28）。

a層は主に凝灰質砂岩～シルト岩、石英砂岩、それらに挟まれる数枚の亜炭から構成され、一般にシルト岩は軟岩状を呈し、砂岩はルーズなところが多い。この層は、双葉断層の東側に沿って南北に分布し、NNW-SSEの走向で東へ傾いている。この走向、傾斜は上位のb、c層までよ

表2-2-28 原町市周辺の層序・地形面および帯水層の関係(東北農政局⁽¹⁾による)

地質時代		地 層 名		層厚(m)および岩質		地 形 面	地下水の性質	
		太田川流域	新田川流域	太田川流域	新田川流域			
新 生 代	第四紀	沖積層	上部砂・シルト層	上部砂・シルト層	1~9 砂・シルト・泥炭	0.5~4 砂・シルト	低地面 第7(埋没)段丘面 第6段丘面 第5段丘面 第4(雲雀ヶ原)丘面 第3(塚原)段丘面 第2段丘面 第1(畦原)段丘面 丘陵面 山地面 ←(花崗岩類 9×10 ⁷ y.B.P.)	<ul style="list-style-type: none"> ・不圧 ・不圧(新田川) ・不圧・被圧 被圧 ・不圧 ・不圧 不圧 不圧 ・被圧
			中部シルト・砂層	下部シルト・砂礫層	2~13 シルト・砂	2~11 シルト・砂礫		
		更積層	下部砂礫層		0~8, 砂礫			
			第7段丘構成層		0~6 砂礫・シルト			
			第6段丘構成層		4+, 礫			
			第5段丘構成層		2~3, 礫			
			第4(雲雀ヶ原)段丘構成層		4~6, 礫, 火山灰			
			第3(塚原)段丘構成層		~13, シルト・砂礫・火山灰			
			第2段丘構成層		?, 礫・火山灰			
			第1(畦原)段丘構成層		14, 砂礫・火山灰			
第三紀	鮮新世	竜の口層	c層層層 b層層層 a層層層	250+ 砂岩・シルト岩・凝灰岩・亜炭				
	中新世	塩手層		20~50, 礫岩・砂岩・砂質泥岩				
中生代	ジュラ紀	小山田層		150, 頁岩・砂岩・輝緑凝灰岩				
		富沢層		350, 砂岩・頁岩				
		中の沢層		150, 砂岩・石灰岩・頁岩				
		栢窪層		300~600, 砂岩・頁岩互層				
古生代		古生層		3380+ 砂岩・粘板岩・礫岩・石灰岩				

(注) 先鮮新統は北村ら⁽²⁾に基づいて作成した。

く調和している。a層の下限は確認されていない。

b層は中~粗粒の無層理のルーズな砂岩を主体とし、これに数枚の細粒砂岩の薄層を挟む。30m以上の厚さを有する。

c層は下部のシルト岩と上部の砂岩に二分される。

段丘群は、砂礫、泥などからなる海岸段丘を除いて、いずれも砂礫によって構成されている。第4段丘は、厚さ数mのルーズな中~大礫で構成され、下流部へ進むにつれて小礫に漸移する。最上部には、薄い火山灰をのせている。第6段丘は主に花崗岩質のルーズな中~巨礫よりなっている。

低地を構成する地層は“沖積層”と呼ばれ、第4氷期(ウルム氷期)極相期もしくはその直後に形成された埋没谷を埋めて発達する。“沖積層”は、層相の上から太田川流域では下部砂礫層、中部シルト~砂層、上部砂~シルト層に三分される(図2-2-76)。新田川流域では下部シルト~砂

(注)
不圧:不圧水
被圧:被圧水
・:良帯水層

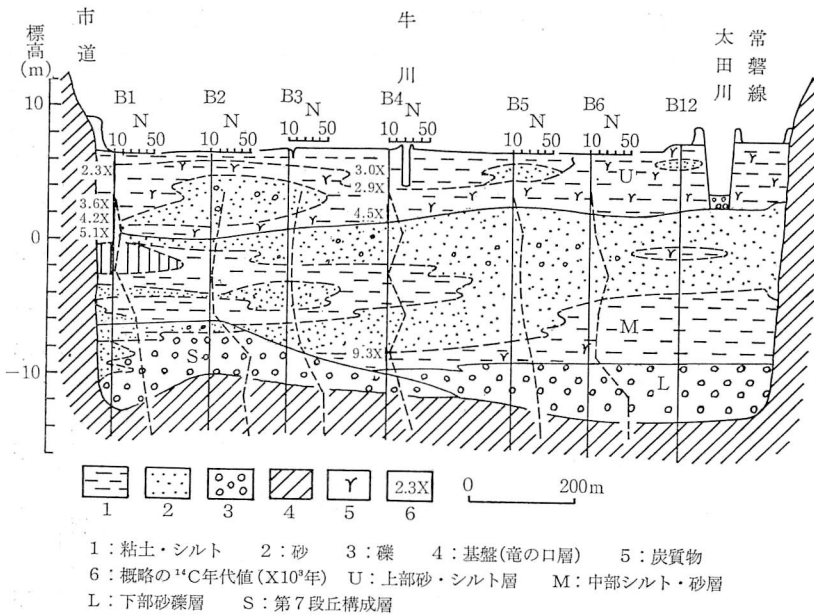


図2-2-76 太田川下流部の地質断面図
 (位置は図2-2-75 参照。東北農政局⁽¹⁾による)

礫層および上部砂～シルト層に二分され、太田川沿いの中部層および上部層に対比される。ここでは、太田川沿いに例をとって述べることにする。

下部砂礫層は、米々沢より上流の谷底に竜の口層を不整合に覆って0～8mの厚さで発達し、主に花崗閃緑岩のルーズな中礫で構成される。米々沢より下流部では約10,000年B.P.の海退に伴って浸食され欠如している。ほぼ12,000～10,000年B.P.の間の堆積物と考えられる。

中部シルト、砂層は、“沖積層”の主体をなすもので、下流部では主にシルトから構成され、上流部へいくにつれて砂や礫の割合が多くなる。約10,000～約4,000年B.P.の急激な海進に伴って形成された主に海～汽水域の堆積物で、厚さは2～23mである。

上部砂～シルト層は約4,000年B.P.以降に陸域で堆積したもので、腐植物を多量に含むルーズな砂、シルトで構成されている。厚さは最大9mである。

(2) 地下水

原町市の堆積岩類は被圧帯水層、不圧帯水層、加圧層に三分できる。

被圧帯水層として、竜の口層の砂岩相部および太田川沿いの“沖積層”下部層を、不圧帯水層として、第4、第6段丘構成層および“沖積層”上部層をあげることができる(表2-2-28)。竜の口層および“沖積層”は岩相の変化が著しく、地質学的区分と水文地質学的区分とが完全に一致するわけではない。また、局地的にしか分布しないが、第7段丘構成層は良好な被圧帯水層を形成している。

各帯水層の透水係数は、“沖積層”中、下部層の砂礫相部が $0.2\sim 4.2\times 10^{-4}\text{m/s}$ 、第7段丘構成層が $2.9\times 10^{-4}\text{m/s}$ 、第4段丘構成層が $6.6\times 10^{-6}\text{m/s}$ 、竜の口層が $1.8\sim 21.2\times 10^{-5}\text{m/s}$ と算出されている。第4段丘構成層は、上流へいくにつれて粗粒かつルーズになるため、浅井戸の密集す

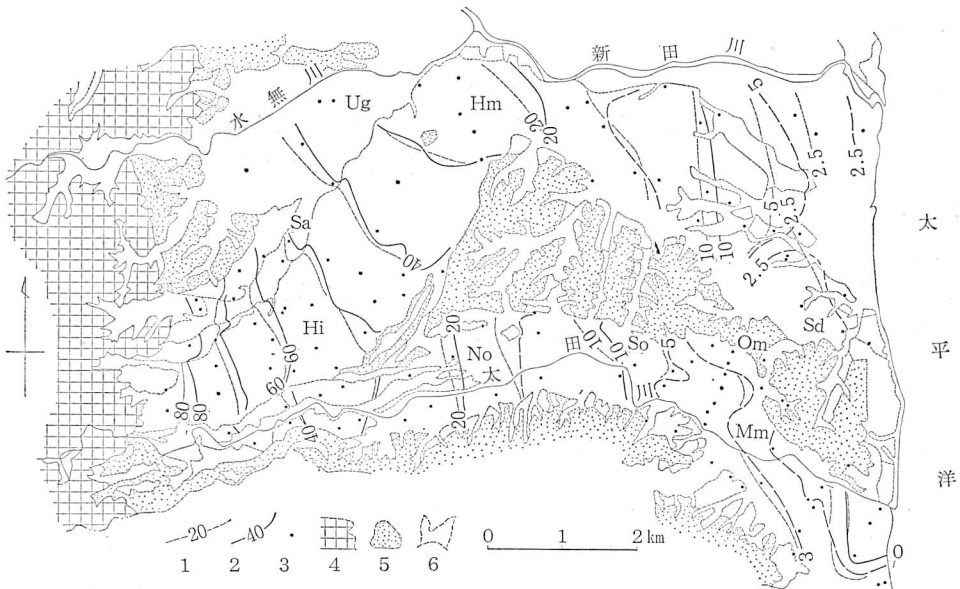
る雲雀ヶ原付近はより大きい透水係数を示すものと推定される。

竜の口層のシルト岩相部および“沖積層”のシルト相部は加圧層を形成する。前者は一般に岩相変化が著しいために、良好な加圧層とはいえない。後者は、体積圧縮係数が $10^{-2} \text{cm}^2/\text{kg}$ オーダーの軟弱層で構成されている。

不圧地下水は帯水層ごとに異なる地下水体を形成し、各地下水面は水面標高と流動方向を異にしている。大局的には、不圧地下水面の形態は地形面とよく調和し、地下水は地形面標高の高い西方から低い東方へ流下している(図2-2-77)。しかし、太田川下流部および雫一帯の不圧地下水面等高線は大きく乱れて、大甕から米々沢に連なる丘陵地とほぼ平行するようになって、地下水は地形的に高い丘陵地下へ流動している。これら不圧地下水面の形態的異常は、下位にある竜の口層中の被圧地下水頭の低下に伴って、不圧地下水が下方へ引き込まれる結果生じていると考えられる。

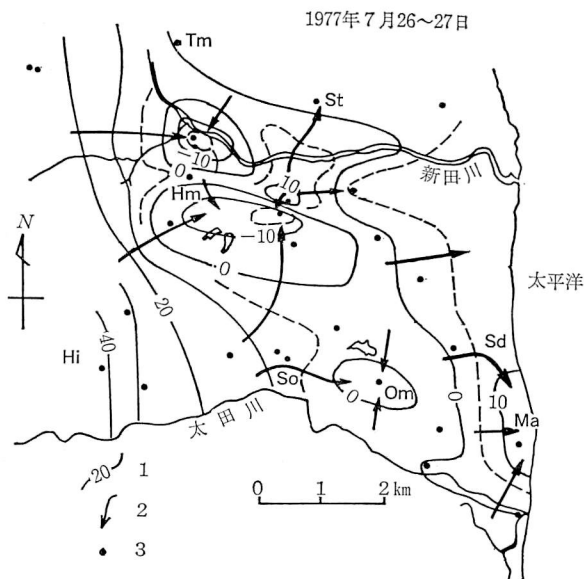
被圧地下水面は原町市街地、大甕および間形沢付近で大きく低下し、一種のスリバチ状を呈している(図2-2-78)。これらの地域は大量の被圧地下水を採取しているところに一致している。1955年当時、原町市東半部にドンコイシヨと呼ばれる掘抜き自噴井が多数分布していたが、近年、被圧地下水の大量採取によって、被圧地下水面は大きく改変されている。

不圧地下水は、一般に晩冬～初春に最低水位に達し、かんがい期末ごろ最高水位に達する。被圧地下水は、水頭が4月末頃からやや急激に上昇し、9～10月頃に最高位に達する。被圧地下水は降雨およびかんがいの影響を受けて上昇と下降を繰り返す周年変化をするが、それらの影



1 : 1977年1月12日～13日 2 : 1977年5月19日 3 : 測水地点
 4 : 山地 5 : 丘陵地・段丘斜面 6 : 段丘ガイ(崖)
 Hi : 雲雀ヶ原 Hm : 原町市街 Mm : 米々沢 No : 中太田
 Om : 大甕 Sa : 下荒井 Sd : 雫 So : 下太田 Ug : 牛越

図2-2-77 不圧地下水面等高線図
 (単位: m, 東北農政局⁽¹⁾による)



1:被圧地下水面標高(m) 2:地下水の流動方向 3:測水地点
 Hi:雲雀ヶ原 Hm:原町市街 Ma:間形沢 Om:大 麿
 Sd:傘 So:下太田 St:下北高平 Tm:高松

図2-2-78 被圧地下水面等高線図
 (東北農政局⁽¹⁾による)

低地上には、1本の井戸も存在しない。

浅井戸は口径0.7~1.0mの手掘りのものが、深井戸は50~200mmの機械掘りのものが多い。1960年ころまでは、上総掘り式の工法によって口径数10mmの掘抜き自噴井(通称ドンコイショ)が掘られ、原町市東半部に数多く存在していたが、被圧地下水頭の低下によって自噴が停止した現在では、その姿をみることは困難である。

原町市には、1977年現在760本以上の井戸が存在し、年間約2,200万³m揚水している。このうち、農業用が約680本、約1,100万³m/年使用し、残りは主に工業用に使用している。

井戸は1960年代に入ると増加しはじめ、これと調和して揚水量も急増していった(図2-2-80)。この傾向は、原町市条例による地下水の採取規制が始まる1975年まで続いた。

1955年から1977年までの22年間にわたる原町市の地盤沈下量を、主に水準測量の成果に基づいて表わしたのが図2-2-79である。これによると、新田川以南、雲雀ヶ原以東の30km²以上の地域が沈下している。地盤沈下の中心地は太田川下流部の大麿一高^{たか}一米々沢一帯で、その量は最大150cm以上に達している。1970年代半ばには、年間15~20cm沈下しているところもある。

地盤沈下は、被圧地下水の採取地域で、かつ、軟弱な“沖積層”が発達するところに集中的に発生している。また、それは被圧地下水の採取量の増加と調和し、1960年代に入って急速に進行していった(図2-2-80)。

地盤沈下時の体積圧縮係数をM_v、地盤上昇時のそれをM_v'とすると、M_v:M_v'は“沖積層”で1:-0.06、竜の口層で1:-0.67である。これらは、“沖積層”が塑性的な性質を強く有し、

響は2~2.5カ月遅れて現われている。原町市の地下水は、かんがい期に最も多量に揚水されているにもかかわらず、被圧地下水頭は上昇する特異なパターンを示している。この原因は、漏水性被圧帯水層系⁽⁴⁾をなす原町市の水文地質構造に求めることができる。

(3) 地盤沈下

“沖積層”の砂礫層、第4および第6段丘成層が広く発達する原町市西部には、浅井戸(深さ20m未満)が数多く分布している。深井戸(深さ20m以上)は原町市南東部および同市街地に集中し、浅井戸の分布と好対照を示している。地盤沈下の中心地である大麿一米々沢一帯の

ほぼ非可逆的に、また、竜の口層がやや弾性的な性質を有し、やや可逆的に変形していることを示している。

竜の口層では、水頭が標高-1.3 m 付近で地盤の変形を停止する例が知られている。この水頭値は許容限界水位⁽⁴⁾に相当するとされ、原町市の地下水を管理するうえで1つの基準値となる可能性がある。

原町市の地盤沈下は、地下水の揚水量の増加とともに井戸密集部を中心に進行し、かつ、同一帯水層から揚水する場合その量が多い地域ほど、また、軟弱な“沖積層”が厚く堆積するところほど著しくなっている。さらに、掘抜き自噴井が消失したところから程度の差こそあれ、“沖積層”でも竜の口層でも地盤が沈下していった。地盤は被圧地下水頭の低下とともに沈下し、その上昇とともに沈下時の数% (“沖積層”) から約60% (竜の口層) 上昇する。これらのことから、原町市の地盤沈下は、主に大量の地下水の採取によって、軟弱な“沖積層”を中心に発生しているといえる。この関係は数値モデルを用いた地盤沈下シミュレーションによっても再現されている。

(中馬教允)

参考文献

- (1) 東北農政局計画部 (1979): 原町地区地盤沈下調査報告書
- (2) 中馬教允・三条暢久・高橋禎一・宮北順一 (1981): 福島県太田川沿いの“沖積層”と完新世の海水準変動, 福島大学教育学部理科報告, No. 31
- (3) 北村 信・柴田豊吉・上田 朗 (1955): 松川浦周辺地域の地質及び構造, 東北大地古報, No. 45
- (4) 水収支研究グループ (1973): 地下水資源学, 共立出版
- (5) 水収支研究グループ (1976): 地下水盆の管理——理論と実際——, 東海大出版会

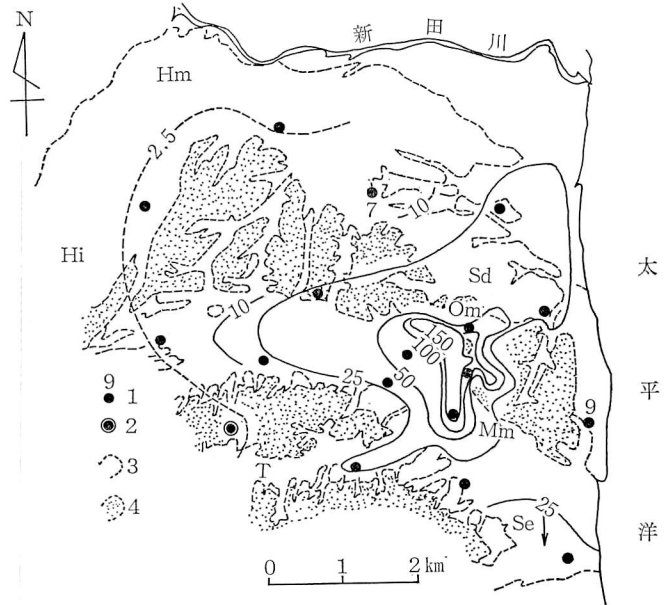
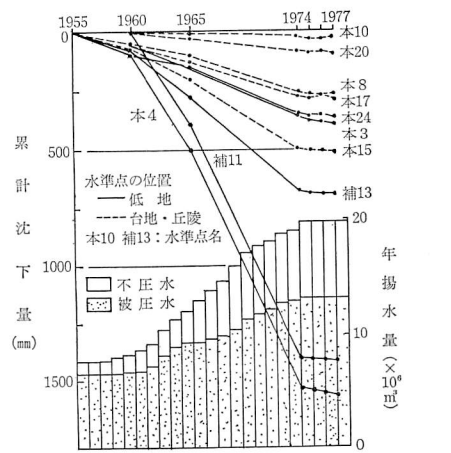


図2-2-79 地盤の累計沈下量 (期間 1955~1977, 単位: cm) (東北農政局⁽¹⁾による)



(1955年基準、井戸数518、原町農地事務所及び原町市の資料より作成)

図2-2-80 地盤沈下量と揚水量の経年変化 (東北農政局⁽¹⁾による)