

### 砂丘地における地下水：新潟県潟町砂丘の場合

土田, 邦男

---

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

12

(開始ページ / Start Page)

18

(終了ページ / End Page)

40

(発行年 / Year)

1971-03-20

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00026698>

# 砂丘地における地下水

… 新潟県潟町砂丘の場合 …

昭和45年3月学部卒 土田 邦 男

## 目 次

### I：緒 言

### II：調査地域の概要

### III：地下水の賦存状態

- a：地下水面の形状
- b：井内湛水深
- c：降雨後の地下水位変化

### IV：水温、水質

- a：水 温
- b：PH 値
- c：電気伝導度
- d：塩素量の分布

### V：結 語

### I：緒 言

筆者は、昭和44年5月上旬より8月下旬までの約4カ月間、新潟県直江津市に発達する潟町砂丘において地下水調査を行なった。

本研究の調査地域となつた潟町砂丘は、鳥取砂丘や出雲砂丘と同様に、洪積世後期に形成された古砂丘と、沖積世に形成された新砂丘とで構成されており、その両者に地下水は存在する。このように、内的条件の異なる地下水の賦存状態、水質等の相違を明らかにするため、調査地域の70点の井戸について測水、水温測定、pH測定、電気伝導度測定、塩素量測定および電気探査を実施した。

なお、潟町砂丘中央部については、昭和36年新潟県商工労働部が工業用水量算定のため調査を行なつており、その地域については今回の調査と比較研究を行なった。また、地形・地質については、高田平原団体研究グループによる研究があり、本文中の地形・地質に関する用語は、高田平原団体研究グループのものを引用した。

また、本論文作成にあたり、終始御指導を賜った法政大学の三井嘉都六教授に深く感謝するとともに、電気探査を御指導いただいた新潟大学の松崎夷一助教授、現地調査に御協力下さった見附小学校の鈴木隆司先生、ならびに現地の多くの方々に心から御礼申し上げます。

## II：調査地域の概要

潟町砂丘は、直江津～柿崎を結ぶ海岸線に沿い、北東より南西に長さ約20kmに及んでいる。幅は、最も広い信越線潟町駅附近で約2.5kmあり、表面はかなり起伏に富んでいる。標高は、潟町駅附近が最も高く40mを示している。地域別にみると、南部の黒井～小舟津では標高が5～10mであり比較的低く平坦であるが、北部の土底浜～柿崎では20～40mと、黒井～小舟津に比べて標高が高く起伏にも富んでいる。また、北部地域の東側、沖積平野と接するところには朝日池、犀ガ池、長峰池等のラグーンが発達している(図-1)。

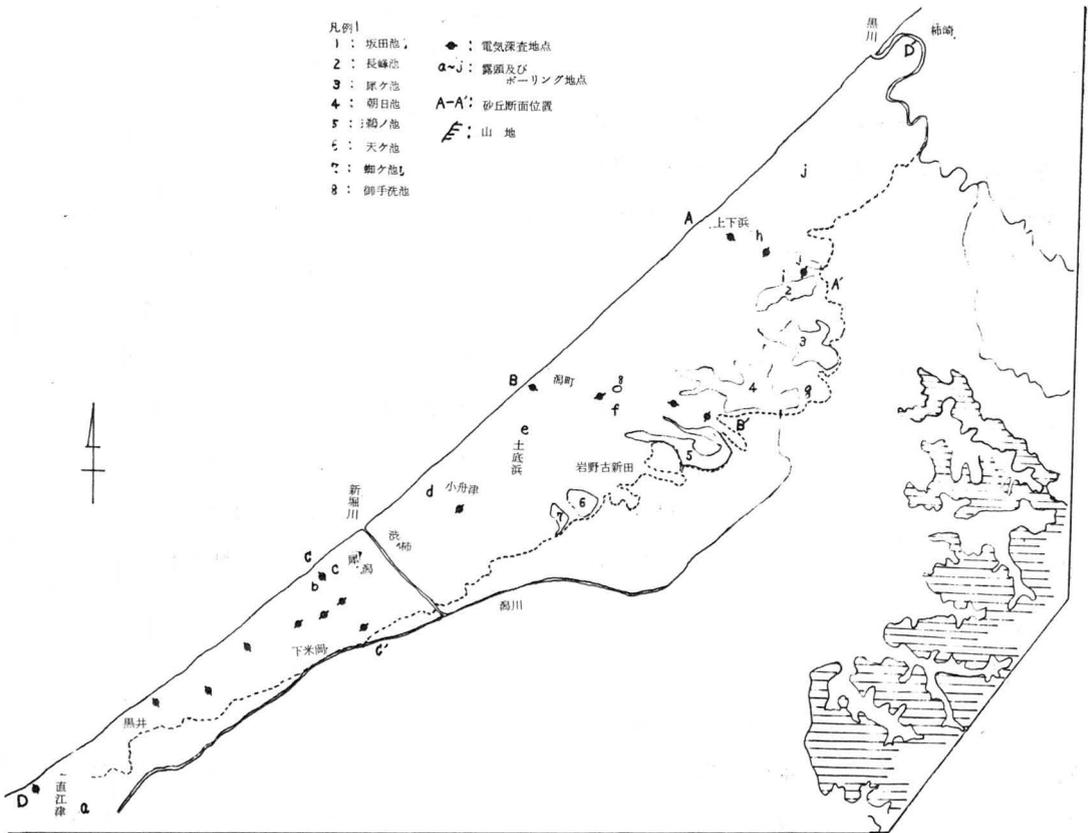
次に地質についてみると、高田平野は全体として盆状構造をなしており、柿崎附近においては、地下約250mに東部山地を形成している第3紀西山層が存在し、砂丘中央部の小舟津附近では、地下約400mで最深となり、直江津附近になると、地下約300mとなつて南部山地につづいている。<sup>(1)</sup>この第3紀西山層と潟町砂丘の基盤である平山層との間には、計5層の帯水層が存在し、直江津臨海工業地帯の重要な工業用水源となつている<sup>(2)</sup>(図-2)。

平山層は、礫層とシルト層よりなり、<sup>(3)</sup>堆積年代は後期洪積世であり、鳥取砂丘の津ノ井泥層、出雲砂丘の大池泥層と対比されている<sup>(4)</sup>(表-1)。また平山層は、潟町駅附近で海面下約15m<sup>(5)</sup>、犀潟および黒井附近で海面下約10mに存在し、その厚さは20m前後である。柿崎附近については資料不足のため不明であるが、ほぼ同様のことが言えるのではないだろうか。

後期洪積世に堆積した潟町砂層がこの平山層の上にあるわけであるが、その厚さは、柿崎附近で約5m、上下浜から土底浜で30～45m、小舟津から黒井で5～10mとなつており、<sup>(6)</sup>土底浜から上下浜が最も厚く堆積していることがわかる(図-2'、3)。また潟町砂層は、非常に固結度が高く、乾いた部分はハンマーでたたくとポロポロ崩れるが、湿つた部分は容易に崩れない。

これに対して、沖積世に堆積した新期砂丘砂層は、サラサラした砂で、土底浜から上下浜では非常に薄く、0～3m程である。また図-2'にも示してあるように、砂丘背後のラグーン附近には、全くないか、あつても非常に薄くなつている。一方、小舟津から黒井では、新期砂丘砂層の厚さがほぼ5～10mであり、砂丘全体をおおつている。

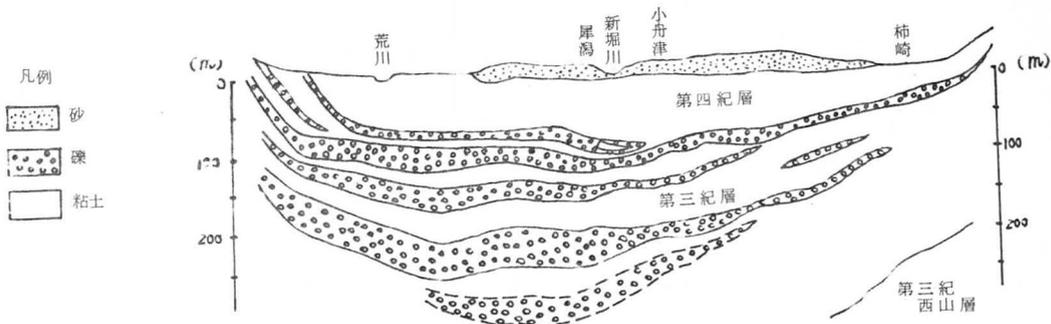
- 凡例
- 1 : 坂田池
  - 2 : 長峰池
  - 3 : 塚ヶ池
  - 4 : 朝日池
  - 5 : 鶏ヶ池
  - 6 : 天ヶ池
  - 7 : 柳ヶ池
  - 8 : 御手洗池
- ◆ : 電気深査地点
  - a~j : 露頭及びボーリング地点
  - A-A' : 砂丘断面位置
  - ≡ : 山地



調査地域概念図

1/100,000

(図-1)



直江津—柿崎深層地層断面図

(図-2)

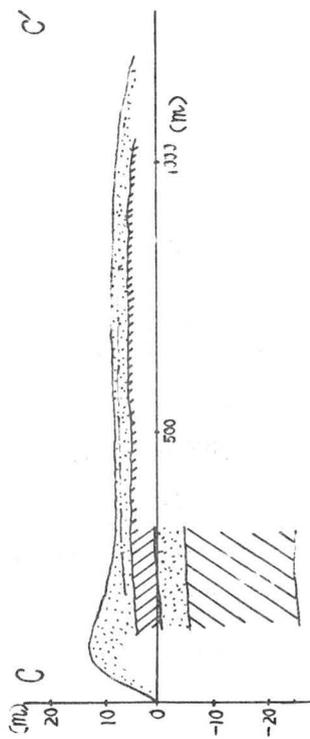
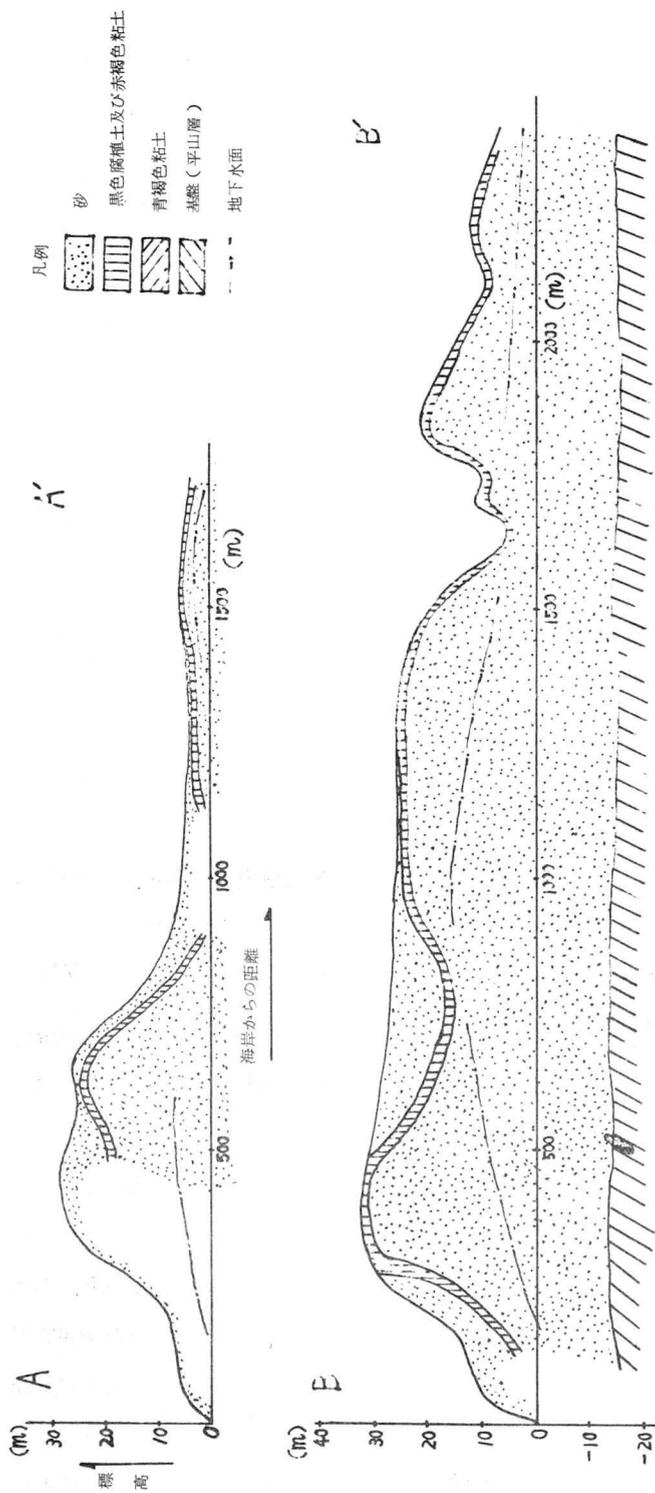
両砂層を分ける鍵層は、土底浜から柿崎では黒色腐植土層と赤褐色粘土層であり、黒井から小舟津では青褐色粘土層である。黒色腐植土層の厚さは15～20cmで、火山灰起源のものである。赤褐色粘土層は、厚さが0.7～1.5mであり、潟町砂層の風化物と考えられている。<sup>(7)</sup> 黒色腐植土層および赤褐色粘土層の堆積年代は、まだはつきりしていないが、長峰池附近の赤褐色粘土層中から縄文中期の住居跡が発見されているため、<sup>(8)</sup>これが堆積年代を解く一つの鍵になるのではないだろうか。

青褐色粘土層は、犀潟附近で3～5mあり、<sup>(9)</sup>黒井附近においては10～15mと厚くなっている(図-4)。

次に砂丘上に点在する御手洗池、弁天池などの池は、赤褐色粘土層が盆状になっており、かつ新期砂丘砂層の厚さが薄くなっている所に限られている。すなわち、標高20m以上の土底浜から上下浜の間に限られているのである。御手洗池を例にとれば、池をはさんで赤褐色粘土層が向斜しており、かつ新期砂丘砂層の厚さも1m前後で、池底には赤褐色粘土層が存在している。

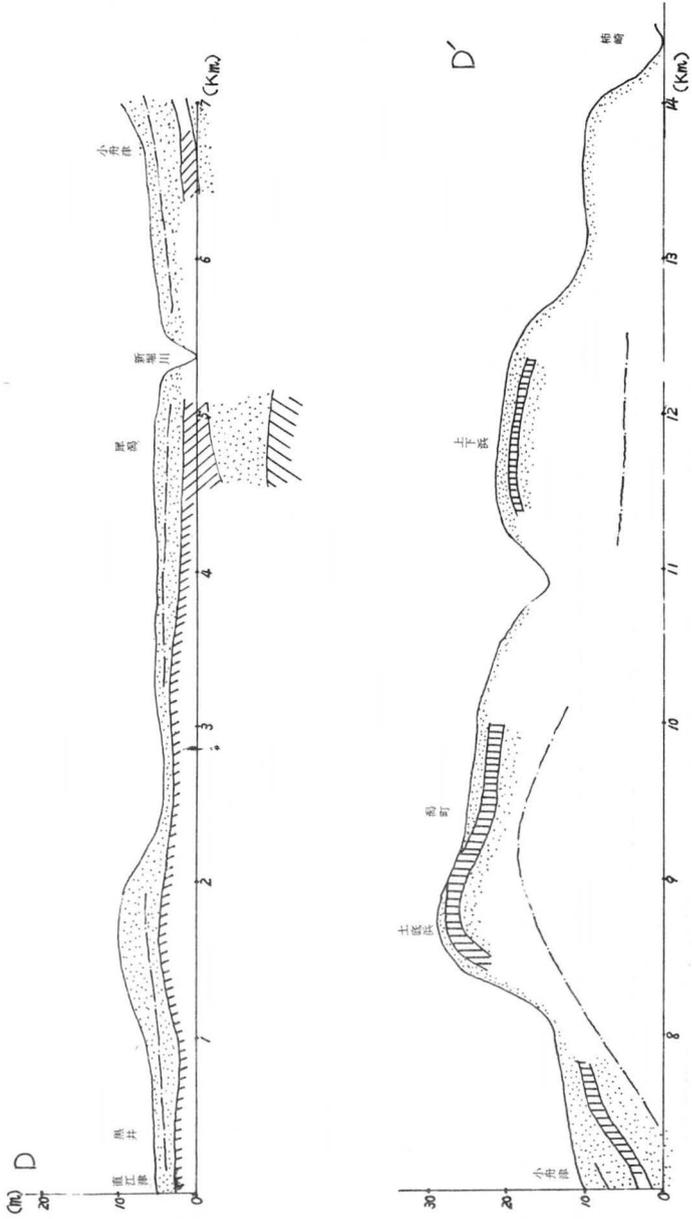
またこの砂丘上の池の水源は、降雨および新期砂丘砂層中の地下水であるため、夏期に減水し、春期および秋期に増水する。土地の人の話によれば、夏期には減水するが枯れることはないとの

瀧町砂丘横断面図



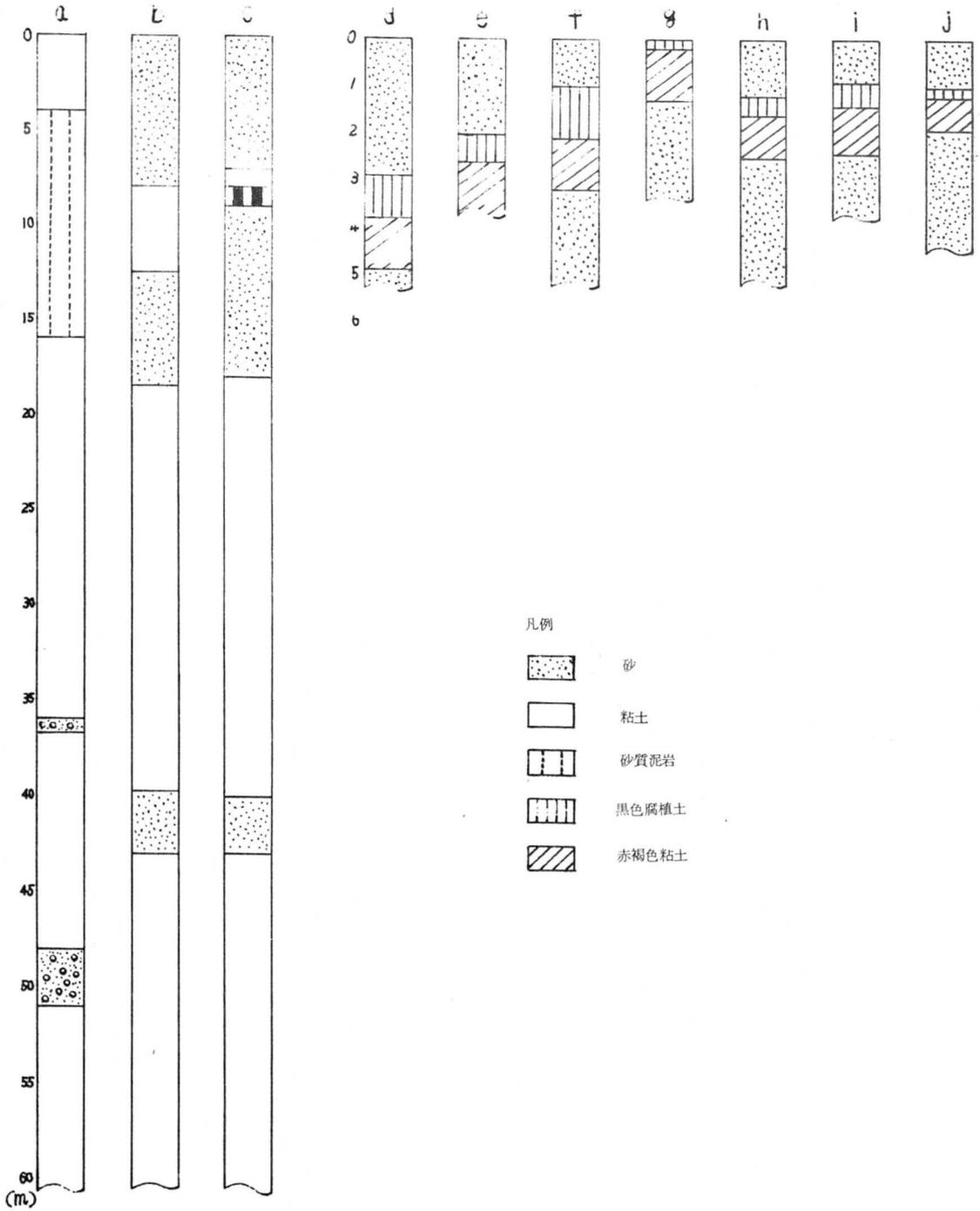
潟町砂丘縦断面図面

(図-3)



# 地質柱狀圖

(圖-4)



ことである。

最後に砂丘背後のラグーンであるが、砂丘上の池と同様に湖底に赤褐色粘土層が存在する。水源は、降雨および新期砂丘砂層中の地下水であり、蜘蛛池では、新期砂丘砂層がなくなり、赤褐色粘土層が露出している部分から地下水がわき出ており、それが蜘蛛池に注いでいる。このラグーンも砂丘上の池と同様に、夏期に減水し、春期および秋期に増水する。またこれらのラグーンは、平野部の水田の灌漑用水源であり、朝日池の253 haを筆頭に、鶴ノ池の108 haがこれに続き、この他のラグーンを入れると496 haにもなり、重要な灌漑用水源となつている。<sup>(10)</sup>

### Ⅲ：地下水の賦存状態

#### a：地下水面の形状

測水方法は、間縄を用い、砂丘全体にわたつて約70点の井戸の深さを測り、大潟町発行の1万分の1地形図より地下水面高度を求めた。なお、北部(土底浜～柿崎)の自由地下水(新期砂丘砂層中の地下水)、南部(黒井～小舟津)の被圧地下水(潟町砂層中の地下水)は、それぞれの地域で取水する井戸が非常に少ないため、本文ではこれを省略した。

南部(黒井～小舟津)の自由地下水面高度は、標高4～7 mであり、犀潟附近に標高7 mの地下水堆が存在する(図-5)。地下水は、この地下水堆から黒井方面および渋柿方面に流れている。また、小舟津附近の地下水も渋柿方面に流れている。

この地域の自由地下水の傾斜は、 $1/100 \sim 1/300$ で地形とほぼ一致しているが、全体として、レンズ状を呈している。これは、海岸砂丘地下水の一般的性質であるヘルツベルグレンズが、形成されているためと考えられる。

次に、北部(土底浜～柿崎)の被圧地下水についてみると、地下水面高度は0～20 mであり、潟町駅附近に標高20 mの地下水堆が存在する。また、この地下水堆から砂丘の長軸にほぼ平行して地下水嶺が走っている。地下水面傾斜も $1/50$ 程であり、自由地下水に比べてその高度差、傾斜ともに大となつている。

このように、砂丘中央部の小舟津を境として、南北両地域で取水する地下水の帯水層を異にしている原因は、潟町砂層の上にある新期砂丘砂層の厚さが南部では5～10 m、北部では0～3 mであること、および、新旧両砂層を分ける不透水層の厚さが南部では3～15 m、北部では1～1.5 mであることによるものと考えられる。

(表-1)

観測期間：昭和44年7月4日～14日

井戸所有者名	井戸番号	水面までの 深さ (m)	井底までの 深さ (m)	湛水深 (m)	井戸測定点 の標高 (m)	井戸側の 高さ (m)
佐藤 薫	1	5.93	6.85	0.92	22.25	0.50
田中 作八郎	2	12.43	12.90	0.47	21.25	0.47
和泉 屋	3	5.95	6.85	0.90	26.25	0.22
かどや	4	4.57	5.98	1.41	24.00	0.37
上町簡易水道	5	13.20	14.60	1.40	30.00	0.50
	6	8.88	9.83	0.95	28.25	0.45
柳 沢	7	20.49	25.69	5.20	27.50	0.35
大瀧町郵便局	8	17.55	18.52	0.97	30.00	0.84
	9	3.74	5.27	1.49	7.50	0.50
四屋簡易水道	10	20.65	23.07	2.42	26.00	0.54
小山良治	11	13.91	16.32	2.41	16.00	0.70
	12	8.99	10.78	1.79	12.50	0.30
	13					
柳 沢	14	10.05	11.51	1.46	15.00	0.72
福田 屋	15	8.63	10.05	1.42	12.50	0.70
田鹿時計店	16	10.70	12.02	1.32	12.50	0.54
	17	6.05	7.94	1.89	7.50	0.05
渡辺 二三二	18	1.84	3.92	2.08	8.00	0.22
善四郎商店	19	5.40	6.24	0.84	8.25	0.44
塚田 作次	20	2.21	3.22	1.01	7.00	0.21
渡辺	21	2.03	3.77	1.74	5.00	0.12
諏訪神社	22	1.12	1.75	0.63	5.00	0.48
佐藤 善次	23	1.63	2.75	1.12	5.50	0.61
竹田 清一	24	9.95	10.75	0.80	8.75	0.65
	25	4.83	5.85	1.02	4.90	0.26
渋柿第二簡易水道	26	7.07	8.20	1.13	4.90	0.60
平原	27	2.70	3.69	0.99	6.50	0.78
平原 善一	28	4.02	4.36	0.34	3.80	0.59
平原 優	29	1.95	3.19	1.24	7.50	0.54
渡辺 ムツ	30	1.53	2.49	0.96	8.90	0.60
	31	1.95	2.79	0.84	8.90	0.73
大鳥 甚一郎	32	1.36	2.23	0.87	7.50	0.53
竹田 庄三郎	33	1.38	2.35	0.97	7.30	0.59
伊倉 稻穂	34	1.68	2.69	1.01	7.50	0.55
	35	1.91	3.85	1.94	7.10	1.13

注) 塩素量の測定は9月初旬に行なつた。

水面の標高 (m)	気温 (°C)	水温 (°C)	PH	R <sub>PH</sub>	電導率 ( $\mu\Omega/cm$ )	塩素量 (mg/l)
1 1.8 2	3 0.0	1 1.9	6.1	6.6	2 0 3.0	6 7.5
9.2 9	2 3.2	1 3.3	5.9	6.7	9 7.9	
2 0.5 2	2 7.0	1 1.5	6.0	6.4	8 9.0	
1 9.8 0	2 7.9	1 2.0	6.1	6.7	2 1 4.0	
1 7.3 0	2 6.0	1 2.6	5.9	6.7	1 4 5.0	3 5.0
1 9.7 2	2 3.4	1 1.1	6.3	6.7	1 5 2.0	
7.3 6	2 6.5	1 6.5	6.2	6.9	1 5 8.0	
1 3.2 9	2 4.7	1 3.2	6.1	6.6	1 5 3.0	
4.2 6	2 2.6	1 1.1	6.3	7.0	1 2 1.0	
5.8 9	2 3.0	1 1.0	6.7	7.2	2 6 8.0	
2.7 9	2 2.4	1 2.6	6.1	6.7	1 3 4.0	4 5.0
3.8 1	2 3.5	1 1.8	6.0	6.7	1 4 9.0	
	2 2.9	1 4.1	5.9	6.8	1 8 4.0	
5.6 7	2 1.9	1 2.0	6.3	6.9	3 6 5.0	5 0.0
4.5 7	2 2.2	1 1.4	6.5	7.2	3 2 4.0	9 2.5
2.3 4	2 1.9	1 2.0	6.3	7.0	2 6 0.0	
1.5 0	2 2.5				1 4 7.0	
6.3 8	2 0.0	1 2.5			1 1 0.0	
3.2 9	2 1.1	1 1.5			2 8 5.0	
5.0 0	2 1.2	1 1.5	7.4 以上		2 6 9.0	5 7.5
3.0 9	2 4.5	1 0.9	6.1	6.7	9 5.9	
4.3 6	2 0.1	1 3.0			1 6 9.0	
4.4 8		1 0.0	6.1	6.8	1 3 0.0	
- 0.5 5	2 0.3	1 0.5	6.3	7.0	1 8 9.0	5 7.5
0.3 3	2 2.6		7.2	7.4 以上	2 6 0.0	
- 1.5 7	2 0.0	1 2.0	6.2	7.0	2 0 0.0	5 0.0
4.5 8	2 6.4	1 2.5	6.4	7.0	2 1 8.0	3 0.0
0.3 7	2 5.5	1 1.6	6.4	7.2	2 7 0.0	
6.0 9	2 7.8	1 3.5	6.7	7.3	4 3 7.0	6 0.0
7.9 7	2 4.8	1 6.6			2 9 7.0	5 5.0
7.6 8	2 3.5	1 5.5			1 3 5.0	
6.6 7	2 6.9	1 6.5	6.2	6.9	5 5 8.0	1 0 7.5
6.5 1	2 1.3	1 4.8	6.4	7.2	2 7 5.0	
6.3 7	2 3.6	1 5.0	6.4	7.2	2 2 2.0	5 7.5
6.3 2	2 2.6	1 6.5			3 1 4.0	

井戸所有者名	井戸番号	水面までの 深さ (m)	井底までの 深さ (m)	湛水深 (m)	井戸測定点 の標高 (m)	井戸側の 高さ (m)
高原 栄作	36	1.99	3.71	1.72	5.00	0.25
竹田	37	6.45	7.63	1.18	10.00	0.72
南荒浜アパート	38	2.59	3.67	1.08	6.60	0.65
諏訪神社	39	2.38	2.80	0.42	7.50	0.60
五十嵐 米太郎	40	1.07	1.70	0.63	5.80	0.40
	41					
五柱神社	42	7.62	9.12	1.50	22.00	0.47
田村 一夫	43	6.78	7.89	1.11	9.00	0.61
	44					
細谷 善太郎	45	9.96	10.52	0.56	10.30	0.52
小山	46	7.42	9.03	1.61	12.00	0.62
俵木 達	47	3.75	6.90	3.15	5.00	0.61
山田 三次	48	10.07	10.78	0.71	10.00	0.30
山田 英一	49	7.22	8.10	0.88	9.00	0.53
小島 平一郎	50	3.19	4.47	1.28	4.60	0.33
	51					
坂田池	52					
御手洗池	53					
弁天池	54					
新堀川	55					
熊木	56	6.75	8.00	1.25	9.50	0.35
雁子浜東簡易水道	57					
小山道利	58	11.66	14.04	2.38	13.50	0.63
五十嵐 精広	59	15.32	16.91	1.59	14.00	0.61
	60					
	61	1.27	3.06	1.79	8.50	0.69
佐藤 一郎	62	4.49	6.68	2.19	5.10	0.45
北井	63	6.07	8.83	2.76	16.70	0.47
橋立	64	1.21	2.08	0.87	7.00	0.94
佐藤	65	21.45	23.94	2.49	20.10	0.60
卜商店	66	4.54	5.68	1.14	8.00	0.27
滝沢 広作	67	5.97	6.62	0.65	7.10	0.62
上野 サク	68	6.62	8.84	2.22	14.00	0.42
	69	3.93	5.10	1.17	10.50	0.09
馬正面簡易水道	70					
小林	71	1.41	2.92	1.51	4.90	0.37
黒川	72					

水面の標高 (m)	気温 (C)	水温 (C)	pH	R <sub>pH</sub>	電導率 ( $\mu\Omega/cm$ )	塩素量 (mg/l)
3.86	26.7	15.4	6.0	6.8	430.0	82.5
4.27	22.7	11.5	6.0	6.9	279.0	
4.66	28.9	12.5	7.2	7.4以上	373.0	55.0
5.72	22.0	13.5			366.0	
5.13	28.6	18.5	6.9	7.4以上	259.0	35.0
	28.4	15.7			375.0	
14.85	27.0	10.1	6.2	6.9	60.0	
2.83	25.6	9.4	6.2	6.6	61.5	30.0
	26.2	16.7	6.2	7.2	107.0	
0.86	26.1	12.1	6.0	6.9	172.0	
5.20	25.9	10.0	5.8	6.5	118.0	
1.86	26.8	11.5	6.0	6.9	149.0	
0.23	23.6	12.4	6.2	7.0	92.0	
2.31	24.9	10.1	5.9	6.9	62.0	32.5
1.74	25.8	15.8	6.3	7.0	259.0	
			6.2	7.0		32.5
			7.1	7.3		30.0
	33.9	29.2	7.3	7.4以上	204.0	45.0
						45.0
	29.4	26.0	6.6	7.0	48.0	17.5
3.10	28.5	12.5	6.2	6.8	134.0	57.5
			6.8	6.9	150.0	
2.47	24.8	17.8	6.8	7.4以上	340.0	46.3
-0.71	31.0	12.8	6.0	6.8	145.0	45.0
	30.1	15.2	6.3	6.7	80.0	
7.92	27.3	21.2	6.8	7.4	148.0	
1.06	26.6	12.0	6.0	6.5	203.0	72.5
11.10	25.5	12.3	6.1	7.0	228.0	85.0
6.73	25.3	21.3			203.0	
-0.75	30.8	19.0	6.6	7.3	236.0	
3.73	29.7	18.1	6.4	7.2	348.0	70.0
1.75	29.5	13.0	6.4	7.3	116.0	32.5
7.80	31.8	12.2	7.4以上	7.4以上	355.0	52.5
6.66	30.5	14.2			158.0	
	28.6	22.0	6.7	7.3	227.0	47.5
3.86	29.5	17.8	6.3	7.3	135.0	30.0
	29.5	27.2	7.3	7.4以上	105.0	22.5

(圖-5)

地下水面圖  
單位：m  
凡例  
——：承压地下水  
- - - -：自由地下水



b：井内湛水深

自由地下水、被圧地下水ともに0.8～2.0 mである。これは、観測時期が夏季のためと考えられる。一応井底の高度は、その井戸における最低水位を示すから、自由地下水、被圧地下水とも地下水位の変動量は、ほぼ同じとみることができる。

c：降雨後の地下水位変化

自由地下水については、潟町地区に第9観測井戸の1点、犀潟地区に第27・30観測井戸の2点計3点、被圧地下水については、土底浜地区に第14観測井戸の1点、小舟津地区に第26観測井戸の1点計2点、合計5点を8月14日から7日間水位観測を行なった(図-6)。

今回は、降雨前、降雨中の観測を行なっていないため、はつきりした結論を出すことはできないが、自由地下水の水位減水曲線は、最初の観測水位を0とすると、3点ともに降雨終了後水位低下を示している(図-7)。この中で、潟町地区の第9観測井戸は、観測後7日間の低下量が25 cmであり、犀潟地区の第27観測井戸の低下量が9 cmであるから、その約3倍となっている。この原因は、不透水層を形成している粘土層の厚さが、潟町地区では1.5 m、犀潟地区では3～5 mというように、両地区で相違しているためである。また、犀潟地区の第27・30両観測井戸の減水量をみても、第27観測井戸では、観測後7日間で低下量は9 cmであるが、第30観測井戸では16 cmと、第27観測井戸の約2倍の低下量を示している。これは、第30観測井戸が地下水堆上に位置し、地下水は第27観測井戸方向に流下するため、第27観測井戸の減水量が第30観測井戸の減水量に比べて少なくなっている原因であろう。

次に被圧地下水の水位減水曲線をみると、土底浜地区の第14観測井戸は、最初の観測水位を0とすると、降雨終了後水位は上昇しており、観測後7日間で20 cm上昇している。これに対して小舟津地区の第26観測井戸は、降雨終了後4日目まで下降し、その後上昇している。第14観測井戸は、降雨終了後継続的に上昇していることから、降雨の影響が早く現われるとみられよう。これに対して第26観測井戸は、降雨の影響が、降雨終了後少なくとも8日間はおくられて現われるものと考えられる。

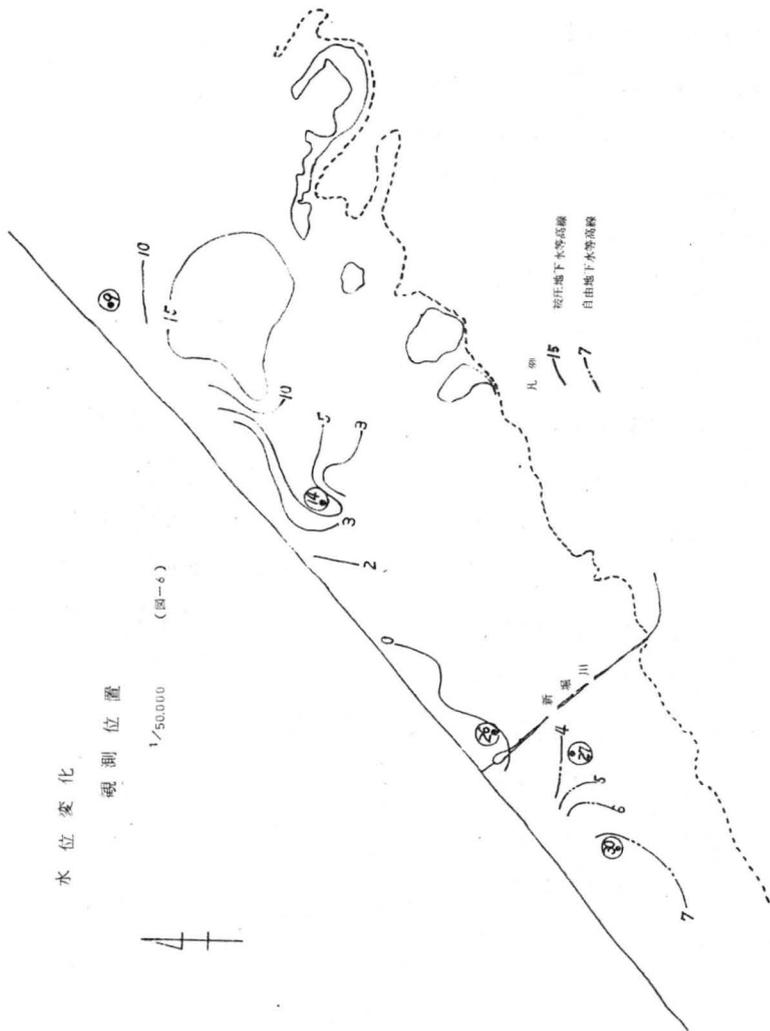
一般に、同一地下水において降雨と地下水位との関係は、地下水深度深度によつて影響されると考えられるが、この第14観測井戸と第26観測井戸の場合は、上部の不透水層の厚さ、すなわち、第14観測井戸では1.5 m、第26観測井戸では4 mという相違が、大きな影響を与えているものとも考えられる。

水位変化

観測位置

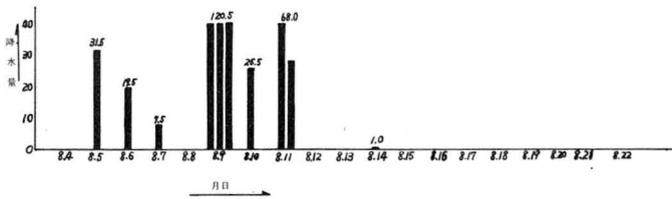
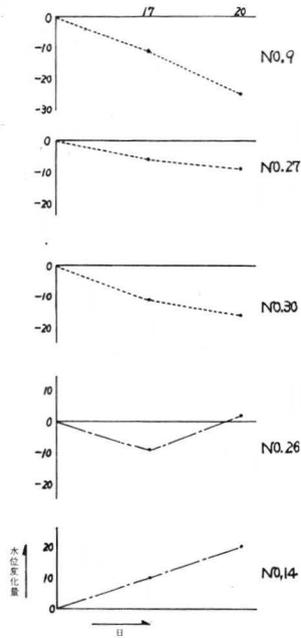
1/50000

(圖-6)



降雨後における  
水位変化図  
(図-7)

凡 例  
 ..... 自由地下水  
 ——— 賦存地下水

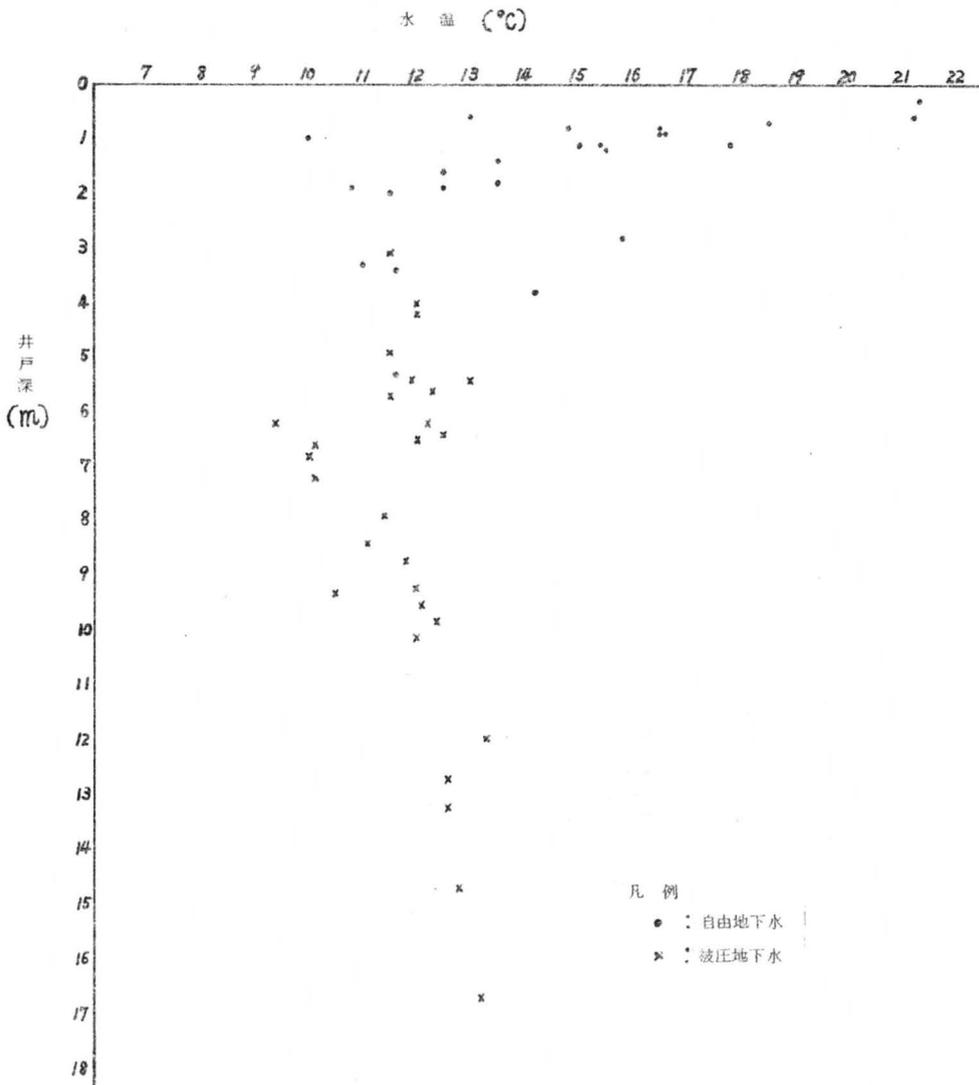


#### IV：水温、水質

##### a：水 温

水温は電気水質計で測定した。

水温と井戸の深さとの関係をみると、3 m程度までの井戸の水温は、10℃～20℃と非常に分布に幅がある。しかし、3 m以深の井戸の水温は、ほぼ12℃前後と一定の分布を示している(図-8)。



水温と井戸深との関係

(図-8)

自由地下水と被圧地下水とに分けると、自由地下水の井戸深は、大部分3 m以内であるから、その分布は非常に幅があるといえることができる。これは、気温の変化に対して非常に鋭敏であるためである。

これに対して被圧地下水の井戸深は、すべて3 m以上である。したがって、被圧地下水の水温は、気温にほとんど関係なく、ほぼ一定の値を保っていることがわかる。

このように、自由地下水を主とする南部地域の水温は、気温の影響を大きく受けるが、被圧地下水を主とする北部地域の水温は、気温の影響を受けることが少ない。

#### b : PH値

PH測定には比色法を用いた。

この結果は、自由地下水、被圧地下水ともに弱酸性を示している(図-9)。しかし、被圧地下水はPH 6.0~6.8と、自由地下水のPHが6.2~7.2であるのに比べてやや低い値を示している。特に潟町駅附近を中心として、東部の沖積平野に接する岩野古新田に至る地域にPH 6.0と低い値を示す水塊が存在する。また、海岸附近においては、潟町附近にPH 6.6、上下浜附近にPH 6.8と周囲よりも高い値を示している部分があるが、普通、海水のPHは8.0~8.2であるため、海水が進入しているとは考えられない。

自由地下水については、下米岡附近にPH 7.0という高い部分が存在する。このようにPH値の高い部分は、今回の調査地域に関する限り被圧地下水にはみられないものであり、自由地下水の性格を示す一つの重要な指標である。これは、人為的に汚染された水が自由地下水に混入しているためではないだろうか。自由地下水の地下水面深度は、地表からほぼ1~3 mで地表の影響を受け易く、更に、新期砂丘砂層の浸透率が $1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ と高いため(潟町砂層の浸透率は $1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ である)<sup>(11)</sup> 地表の状態に強く影響されることも考えられる。

#### c : 電気伝導度

電気伝導度の測定については電気水質計を用いた。

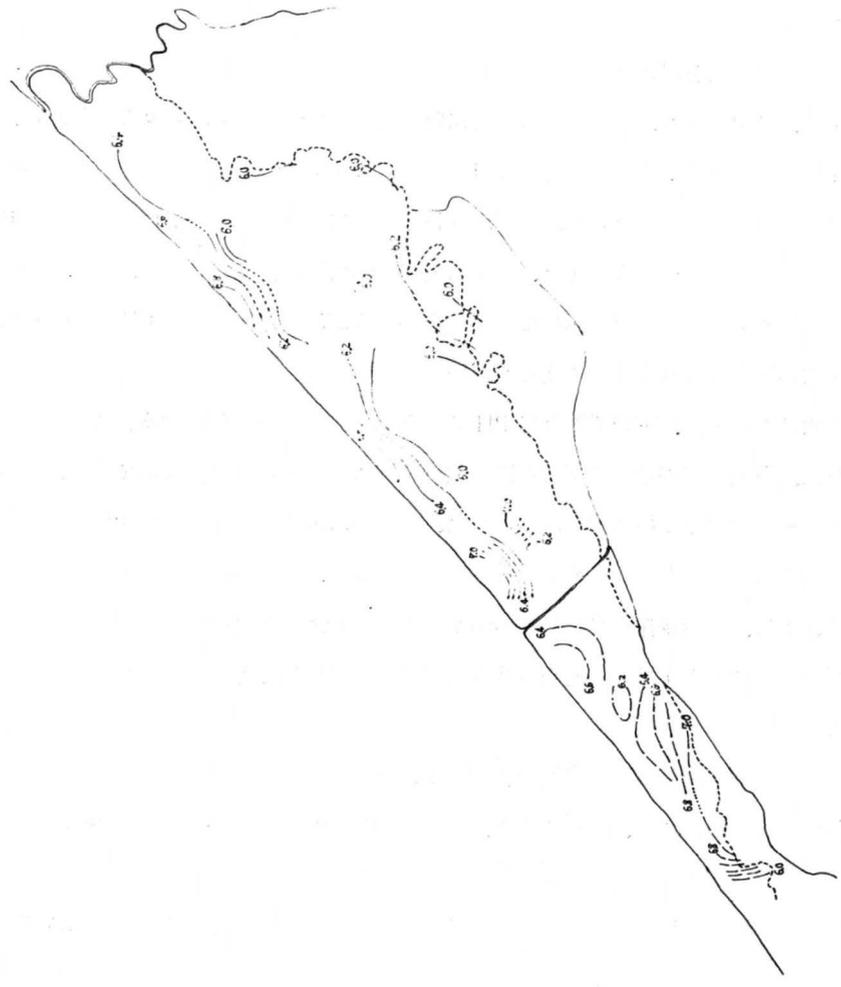
この電気伝導度については、昭和36年、新潟県商工労働部企業振興課の調査があるので、北部の被圧地下水については今回の調査と比較研究を行なった。

企業振興課の調査によれば、潟町附近に比抵抗値 $3000 \Omega\text{-cm}$ と低くなっている部分が存在する。この他には小舟津附近に1ヶ所あるが、その他はほぼ海岸線に平行するような形で等値線が走っており、砂丘中央部にいくにつれて比抵抗値は高くなっている。

一方、ラグーン周辺は、ほぼ砂丘と平野との境界線にそって比抵抗値 $5000 \Omega\text{-cm}$ の等値線が走っており、砂丘中央部にいくにつれて値は高くなっている。また、平野部では $3000 \Omega\text{-cm}$

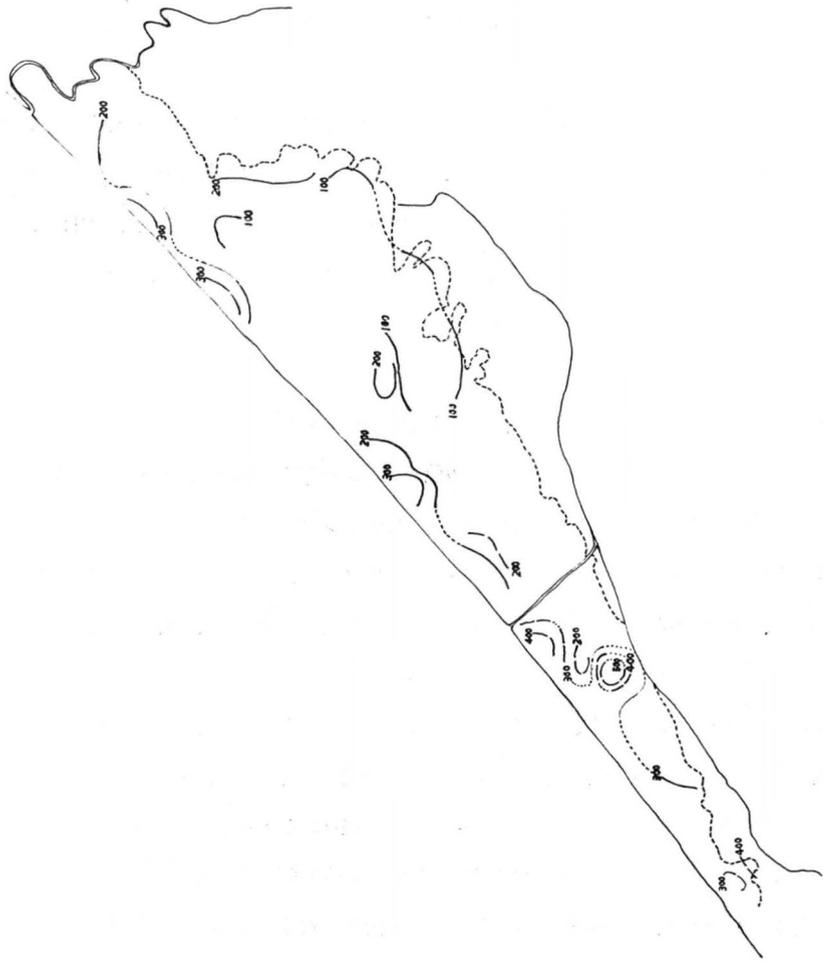
水素イオン濃度分布図 (図-7)

凡例  
 — : 表土地下水  
 - - - : 自由地下水



電氣化薄壁分布圖  
 單位：μV/cm (圖-10)

凡例  
 ————：源在地下水  
 - - - - -：自由地下水



と値が低くなつており、砂丘地下水に比べて含有成分が多いといふことができる。これは、農薬による影響かとも考えられる。

次に今回の調査結果をみると、全体として電気伝導度値も PH と同様に、被圧地下水は、 $100 \sim 300 \mu\Omega/cm$  と、自由地下水が  $200 \sim 500 \mu\Omega/cm$  であるのに比べて低い値を示している（図-10）。

被圧地下水についてみると、 $100 \mu\Omega/cm$  の等値線は PH 6.0 の等値線と同様に、平野よりにかたよつてゐる。潟町駅附近に  $200 \mu\Omega/cm$  の水塊が存在するが、この附近に御手洗池があり、その電気伝導度が  $204 \mu\Omega/cm$  であることから、御手洗池の水が浸透しているものと推定される。

以上のことから、昭和36年に企業振興課の調査したものと、今回の調査とでは大差がないといふことができる。

自由地下水の電気伝導度図は、PH 等値線図とほぼ同様の形をしてゐる。下米岡附近に  $500 \mu\Omega/cm$  以上の部分があり、次項で述べるように、塩素量が  $100 mg/l$  以上であるところから人為汚染があるものと思われる。厩潟附近にも  $400 \mu\Omega/cm$  以上の部分があるが、PH 6.7、塩素量も  $50 \sim 60 mg/l$  であるところから風送塩によるものとも考えられるが、今回は人為汚染と風送塩のどちらが大きいかは確めえなかつた。

#### a：塩素量の分布

潟町砂丘全域にわたつて34地点を選び、モール法によつて塩素量の測定を行なつた。

被圧地下水については、電気伝導度が  $100 \mu\Omega/cm$  の潟町附近からラグーンよりにかけて、塩素量が  $30 mg/l$  前後であり、潟町砂丘の地下水中で最も少ない値を示している。しかし、東部沖積平野に接する坂田新田や馬正面では、 $70 \sim 80 mg/l$  と、被圧地下水としては高い値を示している。これは、人為汚染によるものと考えられる。馬正面の場合は、更に近くを黒川が流れているため、海水の影響を受けているものとも考えられる。

次に自由地下水の塩素量をみると、電気伝導度の項でも述べたように、東部沖積平野と接する下米岡附近に、塩素量  $107 mg/l$ 、電気伝導度  $558 \mu\Omega/cm$  と極めて高い地点がある。周囲が塩素量  $35 \sim 60 mg/l$ 、電気伝導度も  $200 \sim 300 \mu\Omega/cm$  であることから、人為汚染によるものと推定される。また北部の被圧地下水のように東部沖積平野より塩素量が減少するという関係はなく、全域にわたつて  $50 \sim 80 mg/l$  と、被圧地下水が  $30 \sim 70 mg/l$  であるのに比べて塩素量が高くなつてゐる。これは、人為汚染が大きな影響を与えているのではなからうか。

## V: 結 語

本研究は、潟町砂丘の自由地下水と被圧地下水の賦存状態、水質等の相違を明らかにしたものであるが、今後更に、降雨と両地下水位との関係、両地下水と平野部の表流水および地下水との関係、それに伴う人為汚染を研究する必要がある。

今回の研究で得られた主な結果を要約すると次の通りである。

- 1) 潟町砂丘は新期砂丘砂層と潟町砂層とで構成され、これが、潟町砂丘における地下水の賦存、水質等を制約する基本的条件となつている。
- 2) 潟町砂丘には自由地下水と被圧地下水が存在し、小舟津を境として北部は被圧地下水、南部は自由地下水を利用している。
- 3) 新期砂丘砂層は、小舟津を境として、北部は0~3 m、南部は5~10 mとなつている。また潟町砂層は柿崎附近で5 m、上下浜~土底浜で30~45 m、小舟津~黒井で5~10 mとなつており、地下水の賦存状態に重要な影響を与えている。
- 4) 降雨終了後における地下水位の変化は、南部の自由地下水では降雨後減少し、非常に鋭敏であるが、北部の被圧地下水は、降雨直後上昇するものと、4~5日後に上昇するものがある。これは、上部不透水層の相違によるものと推定される。
- 5) 井戸の深さが3 mほどまでの南部自由地下水は、気温に影響されて水温の変動が著しい。しかし北部被圧地下水は、12℃前後で気温との関係が非常に薄い。
- 6) 北部被圧地下水は、PH、電気伝導度、塩素量とも南部自由地下水に比べて値も小さく、水質的にも両地下水の相違が顕著であることがわかる。
- 7) 今回調査した北部被圧地下水の電気伝導度を昭和36年の新潟県商工労働部企業振興課の調査と比較すると、大きな変化がなく、北部においては人為汚染が少ないとみることができるが、南部自由地下水については、下米岡附近に人為汚染と思われる汚染地区が存在する。

(本稿は卒業論文の要約で、45年6月の本学会大会において発表したものである。現在大学院修士課程在学中)

注

- (1) 上越の水資源 ( P . 2 4 7 )
- (2) 前掲 (1) ( P . 2 4 7 )
- (3) 高田平原北部の第四系 ( P . 1 4 9 )
- (4) 地質学の立場よりみた海岸砂丘 ( P . 1 5 7 )
- (5) 前掲 (1) ( P . 2 4 5 )
- (6) 前掲 (3) ( P . 1 4 9 )
- (7) 前掲 (3) ( P . 1 4 9 )
- (8) 高田平野の地形 ( P . 1 3 )
- (9) 第一工業製薬ボーリングデータ
- (10) 前掲 (1) ( P . 2 4 2 )
- (11) 前掲 (1) ( P . 2 4 3 )

参考文献

- 鳥居 栄一郎 : 新潟県下砂丘の研究  
大西 正 巳 : 砂丘の生いたち  
山本 荘 毅 : 海岸地下水とくに砂洲の地下水 (地理評 vol. 32・No. 11)  
高 桑 糺 : 豪雨後の地下水水面の変化 (地理評 vol. 27・No. 4)