

当別町南部における地下水位の低下

Lowering of Groundwater Level in the southern
Part of Tōbetsu, Ishikari Province.

山口 久之助・佐藤 巖・横山 英二
HISANOSUKE Yamaguchi, IWAO Satō and EIJI Yokoyama.

I まえがき

江別市北部から当別町南部へかけての一带には、深さ100m内外の掘抜井を利用している農家かなりある。これらの掘抜井の大半はすでに自噴能力を失い、また残余のものも余命いくばくもないという運命にある。

一般に、自噴井は人の寿命ほどには長命でない。工場や事業場などで地下水を大量に汲上げるためにおきる広域的な、そして慢性的な水位低下によって、あるいはまた井戸自身の老朽とか地震などの事故によっても、自噴水量は緩慢に、あるいは急激に減少していく。このような現象は、竹筒を挿入している掘抜井においてとくに目立つ。

当別町では、江別市境に近い蕨岱地内に設置するし尿処理場の用水源として、深さ180mの深井戸を掘って仮揚水したところ、近隣の農家から、自家用井の水位が急低下したと強く苦情をもちこまれた。そこでこの苦情をかわすため、せっかく新設したばかりの深井戸のストレーナ下半部をセメンテーションしてしまったのである。そして1ヵ年あまりも揚水せず放置したのであるが、被害をうけたという近隣の掘抜井の水位は、完全には復旧するに至らなかった。そこで町では、これらの現象を究明するための調査を本所に依頼されたのである。

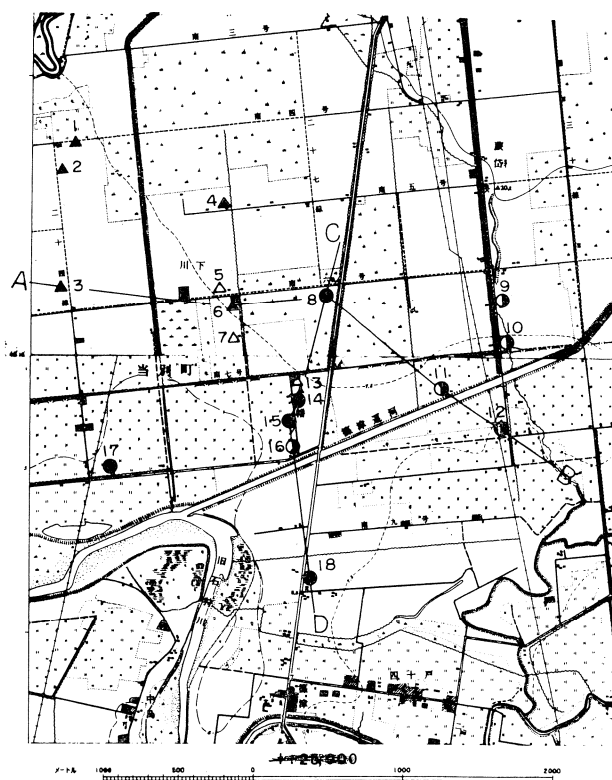
この調査は昭和42年5月11～13日にわたって、一帯の既存井について水質分析・電気検層・湧出量測定などを併用して実施した。そしてこ

の調査の過程で、かなり多量の地下水が処理場井の新設と相前後して施工中の川下地区上水道水源井から排出している、という事実をとらえたのである。

II 水質

水質調査は、処理場井もしくは上水道井による干渉の有無にかかわらず、地域一帯の掘抜井について洩れなく実施した。これらの井戸地点は第1図、また水質データは別表のとおりである。

この表にみられるように、地下水の基本的な水質要素としての温度とpHは、主として採水深度の増



第1図 調査井位置図

深井戸の水位お

No.	所 有 者	井深 (m)	井 径 (mm)	ストレーナー (m)	自然水位 (GL基準) (m)	揚水水位 (GL基準) (m)	揚水量 (m ³ /day)	水温 (°C)	pH	Cl	SO ₄
1	沢田 政蔵	86	竹	83~86	+	+0.35	f. 8.5	10.8	7.1	18.7	0
2	間峠 吉蔵	90	32エスロン	88~90	+	+0.15	f. 27.8	10.6	7.1	16.8	0
3	川下上水道	100	19 m まで 100以下75	81~98	+	-0.15 -0.35	f. 173 250	11.3	7.1	21.5	0
4	本間 義夫	96	竹	90~96	+	0	f. 1.9	10.5	7.1	22.5	0
5	滝本 信夫	77	竹	47~52 77~	+	-0.5	f. 2>	10.4	7.0	28.9	0
6	鈴木要太郎	84	竹	77~84	-	-0.83	f. 2>	10.8	6.9	23.2	0
7	原田 克心	(45)	竹	孔 底 部	+	-0.28	f. 5±	10.3	7.0	22.3	0
8	処 理 場	180	200	114.5~120 125 ~147 158 ~163.5	-	-17.27	280	12.3	7.3	14.7	0
9	清水 幸光	87	竹	孔 底 部	-1.0	底 噴		10.6	7.3	7.1	2
10	高橋あやめ	93	竹	孔 底 部	-1.04	〃		10.6	7.3	8.7	0
11	坂牧 捷治	92.5	竹	89~92.5	-0.96	〃		11.1	7.3	9.2	0
12	森田 芳雄	115	竹	112~115	-0.3	〃		10.7	7.7	8.7	0
13	植村 甫	(86)	竹	?	-0.72	〃		9.5	6.7	34.6	11
14	大西 幸二	122.5	竹	117~122.5	-0.60	〃		10.2	7.3	13.5	0
15	西脇 民治	121.5	竹	112~117	-0.80	〃		10.5	7.4	17.8	0
16	西脇 芳明	(97)	竹	?	-	〃		10.8	7.3	12.8	0
17	有野 熊蔵	(126)	32エスロン	123~126	+	+0.34	f. 12.1	10.8	7.6	45.6	0
18	芝木 勝義	132	竹	110~118	-1.00	底 噴		10.8	7.8	11.1	0

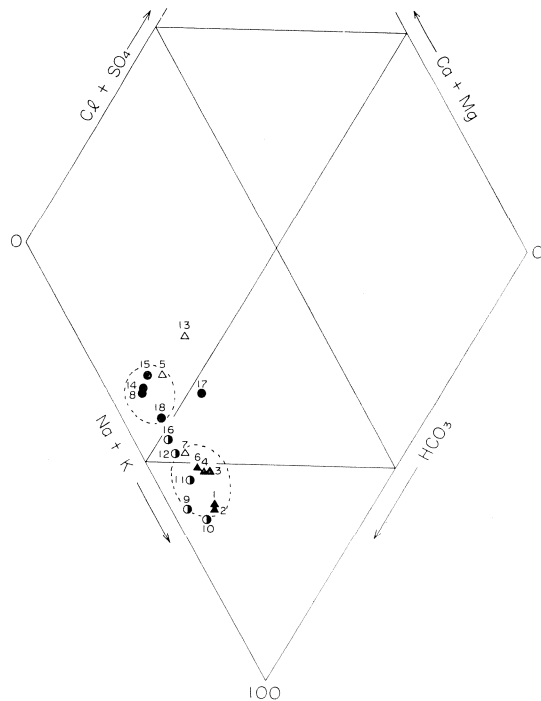
- [註] i 井深のうちで () は不確認深度，他は確認もしくは実測による深度。
- ii ストレーナーの位置は，No. 3とNo. 8以外は電気検層によって判定。
- iii 揚水水位ならびに自然水位は調査時点における値，底噴とは管頭から常時水が流れていない状態。

加とともに上昇し，そして地域的に集団化して分布している。

水質全般について，さらに詳しく検討したのが第2~4図である。

第2図は水質組成をあらわす基本図である。この図から，この地域の深層地下水の水質は，処理場井 (No. 8) で代表される炭酸塩硬水型と，上水道井 (No. 3) で代表される炭酸塩軟水型とに大別することができる。このことは，両井の採水層が不同であるか，もしくは地下水の流動方向が不同であることを示すものである。

第3図は，地下水中の主要陽イオンの相関性をあらわす。この図において，タテ軸のCa/Mgの値と，ヨコ軸のK/Naの値は，ともに地下水の年齢の高低，もしくは海水に対する親疎と関係があり，それぞれの値が大きいほど，高齢か，もしくは海水と疎縁であることを暗示している。しかしこの地域の地下水については，NaとClとの相関性がきわめて低いので，海水に対する親疎の関係は殆ど成立しない。したがって第3図は，処理場井



第2図 水質組成 I

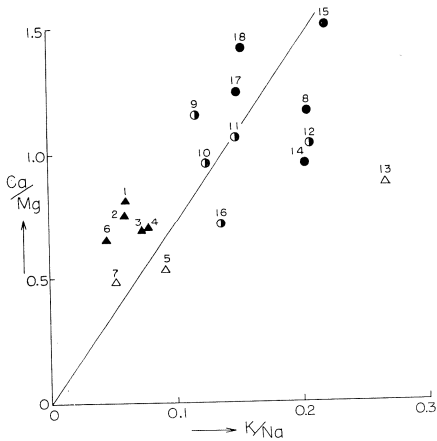
よび水質調査表

単位 ppm

HCO ₃	FreeCO ₂	Na	K	Ca	Mg	EDTA 硬 度	Fe	SiO ₂	NH ₄	41年以降での水位変化
363	21	93.0	9.7	16.7	12.4	93	3.89	42	6.2	不明
320	21	85.2	8.7	12.5	13.7	87	3.25	41	2.9	不変
272	29	67.6	8.4	14.7	12.8	89	4.40	81	2.5	40年9月20日完成 41年2月13日給水開始
312	35	66.2	9.0	22.5	19.4	136	5.70	—	2.7	微かに低下
326	51	56.1	8.7	24.7	28.2	177	5.80	—	3.9	不明
355	55	84.6	6.4	19.4	17.9	122	9.80	—	1.6	かなり低下
373	54	82.6	7.2	18.6	23.1	141	10.0	—	2.4	約10cm低下
340	9.5	47.3	16.4	38.2	19.8	176	0.88	64	1.5	40年12月25日完成 42年2月13日操業開始
516	8.1	71.6	14.2	21.1	11.0	98	0.38	46	2.1	不明
254	4.4	64.3	13.5	13.5	8.5	69	0.28	41	2.9	不明
221	4.4	48.1	12.2	15.9	9.0	76	0.08	38	2.5	28cm低下
205	1.5	36.7	12.8	16.4	9.6	80	0.07	38	2.8	不変
265	60	44.1	20.0	29.5	20.5	158	2.58	74	1.6	約20cm低下*
312	12	41.8	14.5	30.4	19.5	155	4.25	59	1.3	42cm低下
262	9.7	36.9	13.9	34.6	13.8	143	4.00	60	0.8	約36cm低下
323	7.0	60.4	14.0	22.0	18.7	132	0.80	61	1.5	不明
331	3.1	72.2	18.3	34.7	16.9	156	0.73	35	3.8	不変
203	4.7	34.3	8.9	21.6	9.2	92	tr	46	2.2	不明

iv 揚水量で f. の記号は自噴量。

* 井戸の老朽と破損によって低下した分が多い (SO₄の検出は地表泥炭水との交流を指示す)。

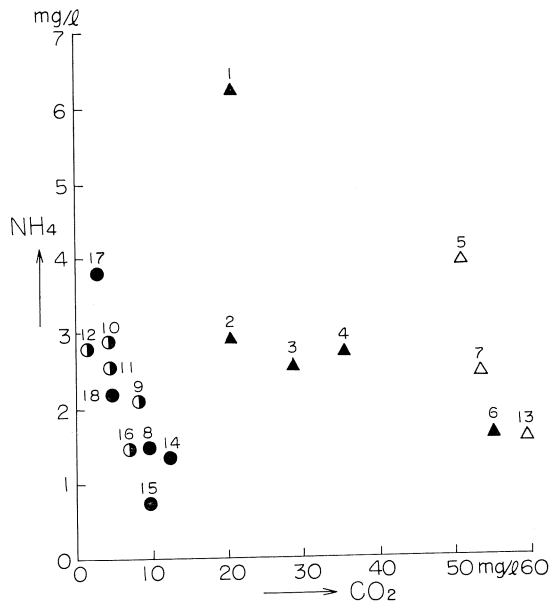


第3図 水質組成Ⅱ

(No. 8) で代表される地下水は相対的に高年齢で、上水道井 (No. 3) で代表される地下水は相対的に低年齢であることを示していよう。

なお、この図上では処理場以東の各井の水質は中年齢的な位置を占めている。それでは、これらは独立の水体をなしているものか、あるいは高・低のいずれかに帰属するものか、よくわからない。

第4図は、水質良否の指標的要素であるところの、



第4図 水質組成Ⅲ

NH₄ と CO₂ との関係は明らか。両成分は、採水層自体もしくはそれに近接する地層中の有機物の多少に関係している。この図によっても、処理場井

(No. 8) の採水層と上水道井 (No. 3) の採水層とは不同であることがわかる。そしてまた、第 3 図では質的に上記両者の中間位置を占めていた諸井の採水層は、処理場井 (No. 8) の採水層と近接していることがわかる。なおまた第 4 図によれば、第 2 図と第 3 図において処理場井 (No. 8) の水質群へまぎれ込んでいた浅井 (No. 5, 7, 13) は、処理場井とは水質的に無関係であることを示している。

Ⅲ 地 質

処理場井と上水道井については掘さく当時の地質の記録があるが、農家の掘抜井については地質記録は皆無である。それで、これらの掘抜井の地質を判定するために電気検層を実施した¹⁾。ただし、井戸元の構造によって検層できないものが 6 点 (No. 2, 7, 9, 13, 16, 17) あった。

電気検層の結果を整理し、そして帯水層の水質の

異同を考慮して地層を対比したのが第 5 および 6 図である。第 5 図はほぼ東西断面を、また第 6 図はほぼ南北断面をあらわす。ただし、紙面の都合上で図の井戸間隔は実距離と正確に比例してはいない。第 5 図での両端距離は約 3.3 km、第 6 図でのそれは約 2.0 km である。

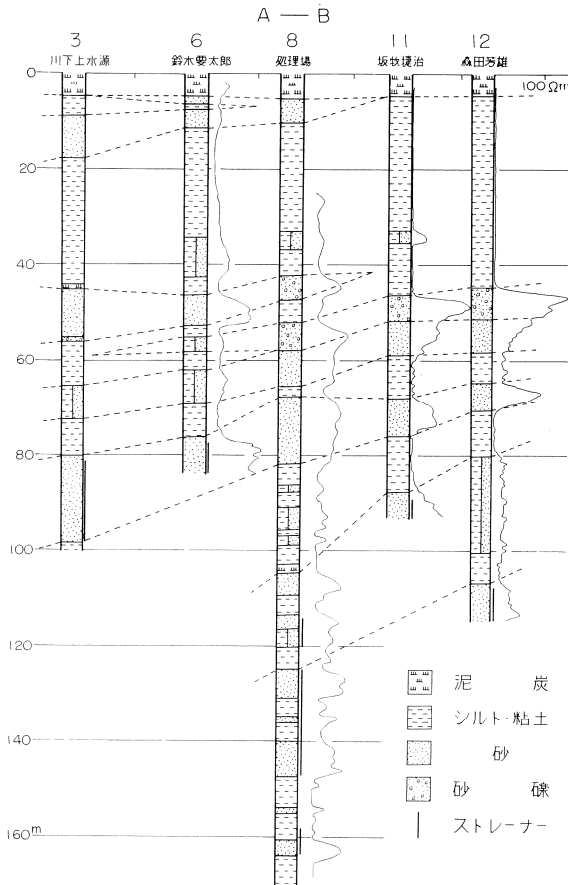
両図において有力とみられる帯水層は、深度 50~80 m 間と、深度 110~150 m 間とに夾有されている。そしてこれらは、北北西の方向にごくゆるやかに傾斜している (こう配 1/100~1/50)。

さきに水質の項において、この地帯の深層地下水は水質上で 2 群に大別できることを指摘した。この 2 群が上記の深度に区分した帯水層にそれぞれ由来するものであることは容易に理解できる。

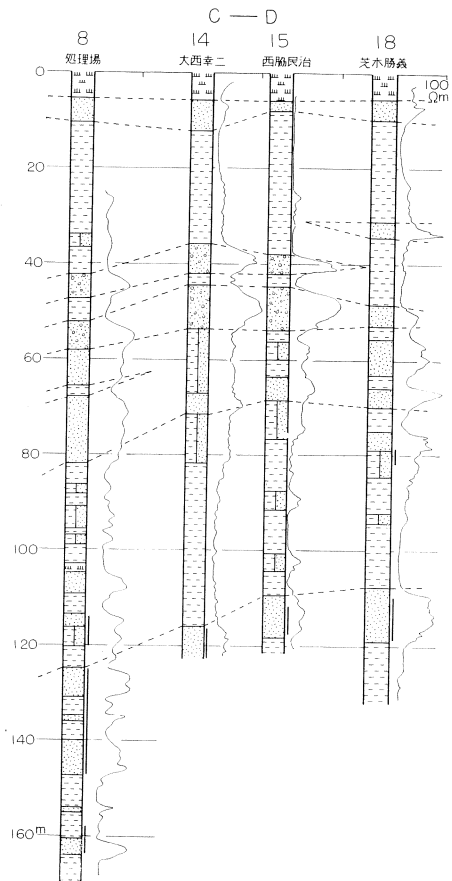
Ⅳ 湧 水 能

Ⅳ. 1 主要揚水井の特性

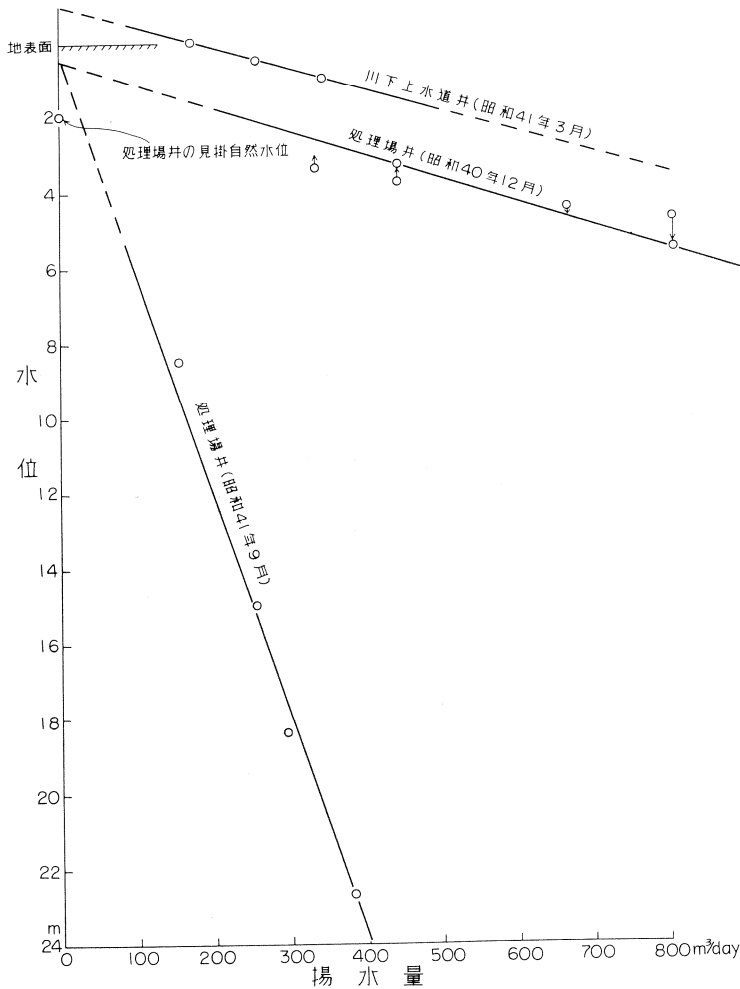
第 7 図は、処理場井と上水道井について、それぞ



第 5 図 A B 断面



第 6 図 C D 断面



第7図 処理場井と上水道井の揚水特性

れ施主または施工者が行なった揚水試験の結果を示している。

この図によれば、上水道井は小口径（19 m 以深 76 mm）であるにもかかわらず、その湧水能はきわめて優れ、処理場井（径 150 mm）の中間セメンテーション施工前とほぼ同等である。すなわち、水位降下 1 m 当たりの湧水量は、両井とも約 170 m³/day である。

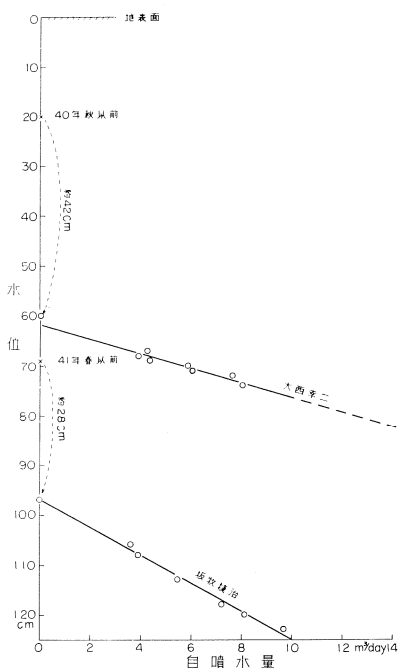
一方、処理場井の湧水能は、中間セメンテーション（ストレーナ下半部の閉塞）を施すことによって、大きく減退している。すなわち、セメンテーション後での水位降下 1 m 当たりの湧水量は約 12 m³/day で、これはセメンテーション前の値の 7% にしかすぎない。

中間セメンテーションはストレーナの下半部に施

したとはいっても、実際に下半部だけが確実に完全に閉塞されたかどうか疑わしい。さきにも述べた水質調査の結果では、セメンテーションによっては採水位置が大きく変わったとは認められない。セメンテーションによって採水位置が大きく変わったとは認められない。セメンテーション前の道立衛生研究所の分析値（pH 7.6, Cl 15.3 ppm, 硬度 169 ppm, Fe 0.90 ppm）と本報表示の分析値とを比較しても大差はみられない。

IV. 2 被干渉井の特性

第8図は、主干渉源が処理場井であるとみられる被害井 2 点の湧水試験の結果を示している。この図から、わずかな水位低下でも井戸の湧水量に大きな影響をおよぼすことがわかる。すなわち、10~30 cm ていどの静止水頭の低下が、自噴井としての機能を



第8図 被干渉井の湧水特性

失わせ、あるいは底噴井としての機能を損なうことにもなる。

なお、主干渉源が上水道井であるとみられる被害井のうちには、湧水試験を行なえる井戸が見当たらなかったため、そのデータは無い。しかし第7図における上水道井の揚水特性から考えると、この井戸に原因する微小な水位低下が、採水層を同じくする近隣の井戸へおよぼす影響は決して小さくないであろう。この上水道井の採水層の透水係数はかなり大きいらしいので、動水勾配のわずかな変化によっても、湧(揚)水量は大きく変化することになる。

V 水位低下の原因

既存井の水位低下もしくは自噴停止の原因は、次にあげるうちのどれか一つ以上である。

- (1) 処理場井の揚水
- (2) 川下上水道井の揚水
- (3) 既存井の老朽
- (4) 広域的・慢性的水位低下

このうちでとくに問題を提起したのは(1)であるが、今回の調査によって(2)も有力な原因であることが判明した。すなわち処理場井と上水道井とは、ともに昭和40年秋に完成し、そして時期は同一ではないにしても、それぞれ前後2回にわたって揚水試験のための大量揚水を行ない、全く偶然にも両者とも

42年2月13日から揚水・通水を開始し、しかも両者の揚水量には大差の無いことなどが明らかとなった。ただ、両井は互いに全く別の帯水層から採水しているため、目立った影響をうけている既存井も、原因別に応じてほぼ二分されている。

しかし、井戸相互の干渉現象は一般に複雑であり、主因と従因、あるいは直接因と間接因などがからみ合っている場合が多い。この報文の場合もその例外ではなく、各井戸について干渉の度合いを数量的に解明することはむずかしい。それで本報では、各被害井に関する主因だけをあげておく。

(1) 処理場井 (No. 8) の揚水を干渉の主因としている井戸は、No. 14, 15 および 11 の3井である。このほか、No. 9, 10, 16 および 18 など処理場井と同じ層群から採水していると認められるので、若干の影響はうけていよう。

(2) 川下上水道井 (No. 3) を干渉の主因としている井戸は、No. 6 および 7 である。このほか、No. 5, 4 および 1 など、被害は軽微ながら、この仲間にはいる。

(3) 井戸の老朽によって水位が低下しているのは No. 13 である。この井戸は、井筒の竹の上部が裂けて、自由地下水と流通している。

VI あとがき

広い地域にわたっての慢性的な地下水位低下は、今回の調査の課題外ではあるが、この地帯においても、程度の差こそあれ全井について認められる。そしてこの現象は、傾向としては、江別へ近づくほど強くあらわれている。江別大橋付近では、深さ80mでいどの掘抜井の水位が地下5m²⁾以深に低下しているという例もある。これらも昔は自噴したという。

このような水位低下は、江別市街から野幌方面へかけて工業用その他の大量揚水井の増加によるものである。それで、蘆袋や川下に処理場や上水道水源が設けられなかったとしても、この地帯だけが水位を不変に保ち続けることは不可能である。しかし、揚水ポンプを設備して、底噴井の状態ですらうのであれば、寿命は永く保ちうる。

参考文献

- 1) 山口久之助：竹管井の電気検層について、地下水技術協会誌, Vol. 6, No. 3, 1964.
- 2) 二間瀬 洵・横山英二：江別市における掘抜井の水位低下、北海道地下資源調査報告, No. 16, 1957.