

仙台・塩釜地区工業用水源調査報告

—工業後進地域調査 第3報—

小西 泰次郎* 木野 義人* 森 和雄* 後藤 隼次**

On the Ground Water Resources for Fabric Industry of the
Sendai-Shiogama District, Miyagi Prefecture

by

Taijirō Konishi, Yoshito Kino, Kazuo Mori
& Hayaji Gotō

Abstract

Sendai has flourished as the central city of Northeast Honshū, both administratively and educationally, but in regard to industry, the city has been behind in comparison with other cities in Northeast Honshū. Recently, number of industrial works in Sendai are increasing gradually, and the industrial water supply from the Okura dam is nearly finished.

This paper mainly deals with the confined water at the central part of Sendai city, at the right bank of the river Hirose and Nakata district.

Aquifer of the confined water is sandy and clayey-sandy beds of Kameoka and Tsunaki beds, sometimes Tatsunokuchi bed. The beds belong to the Tertiary formation, so the possible pumping quantity of one well is not large, that is to say about 200 m³ to 1,000 m³ per day at the northern part, 300 m³ to 900 m³ per day at the central part and 1,000 m³ to 1,200 m³ per day at the eastern part.

There is a predominant unconfined water in Nakata district, and the writers call it "Natori ground water flow zone".

要 旨

仙台・塩釜地区の工業用水のうち、仙台市内の用水のほとんどは、地下水によってまかなわれている。しかし多賀城町および塩釜市では、地下水の利用は、ほとんど行なわれていない。この報文は、仙台市内の地下水を主にして実施した調査を、とりまとめたものである。

(1) 仙台市内における自由面地下水は、全般的に水質はよくないが、広瀬川下流の左岸地区においては、表流水の伏没浸透が認められ、ここでは自由面地下水は、水質も良く、また、多量の揚水も可能である。

(2) 名取川右岸の中田地区における自由面地下水は、名取川の表流水により、養なわれており、中田より

増田にかけては、有力な透水帯がある。

(3) 仙台市内の掘抜井戸は、年ごとにその数を増している。揚水位はかなり深くなりつつあり、北部においては、70 m ないしはなほだしい場合には 100 m にも及び、揚水可能量は 1 井当り、数 100 m³/day ないし 1,000 m³/day である。市内中央から駅付近にかけては、1 井当りの揚水可能量は 300 m³/day ないし、900 m³/day 程度で、揚水位は 30 m ないし 50 m である。

(4) 広瀬川と名取川にはさまれた地区および名取川の右岸他地区の被圧面地下水は、河川表流水の地下への伏没浸透も認められるので、良質の水が多量に揚水できる可能性がある。

(5) 七北田川右岸の福田町付近では、掘抜井戸の水質はよく、揚水可能量も多く、1 井当り 1,000 m³/day な

* 地質部

** 技術部

いし、1,200 m³/day である。

(6) 多賀城町の工業地帯は、地下浅所に三疊紀の利府層が賦存するので、地下水はとりにくく、工業用水には上水を利用している。また同町の南部では、地下水は塩水の浸入を受けている。

(7) 塩釜市および松島湾沿岸地区においては、特殊の工法によらなければ、使用に耐える地下水の取得は困難である。

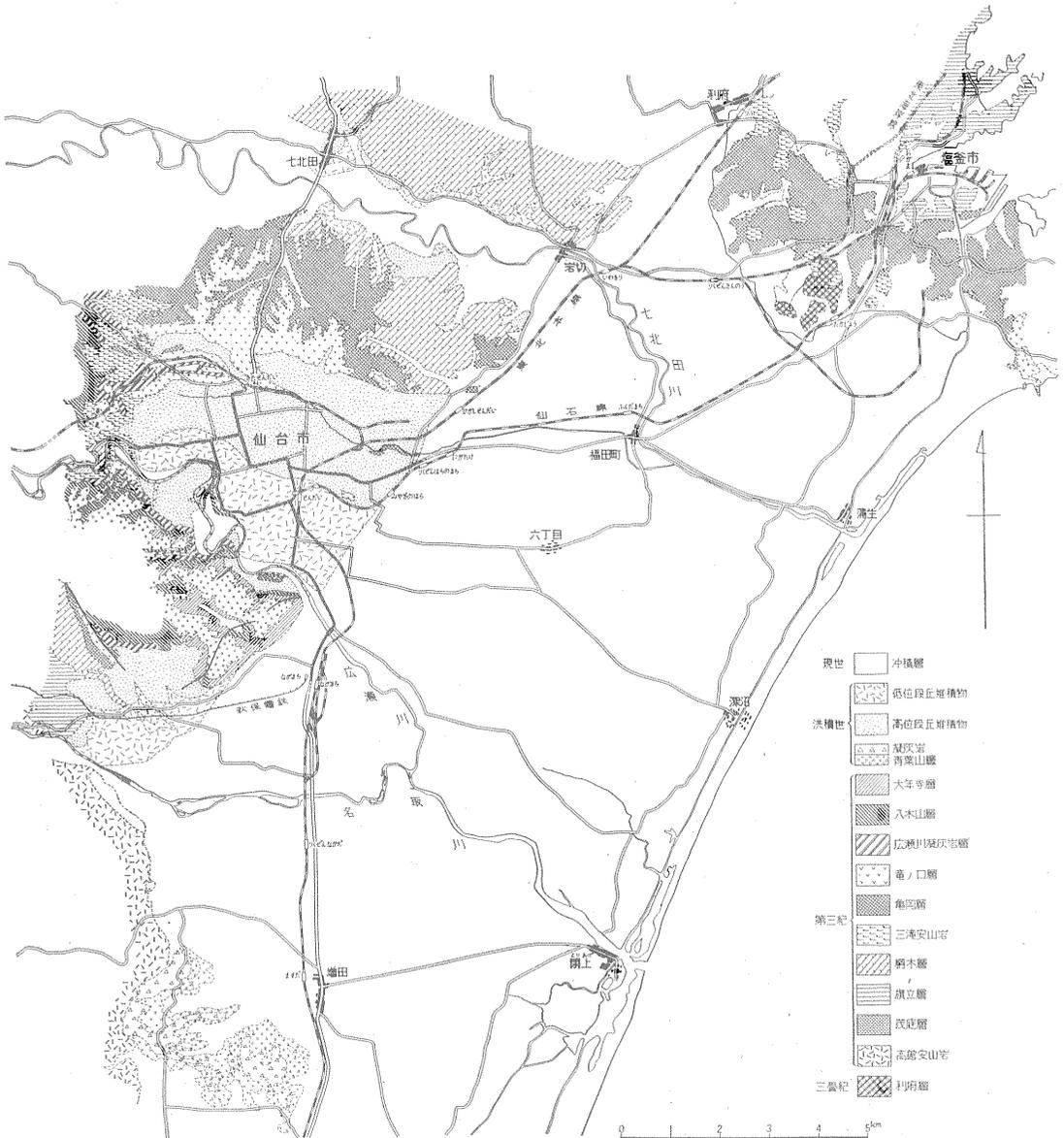
(8) 近く大倉ダムが完成して、工業用水道が布施されたあかつきにおいても、地下水の需要は、決して少なくならないであろうから、その保全には、充分留意する

ことが望ましい。

1. まえがき

仙台市は、宮城県の県庁の所在地というばかりでなく、東北地方の行政の中心地として発展してきたが、終戦後は東北地方の他の都市が工業化に懸命であったにもかかわらず、仙台市はその点で、ひどく立ち遅れてきた。

しかし最近では、仙台・塩釜地区は、特定地域に指定され、また東北地方総合開発の一環として、仙台市を中心に、塩釜市およびその周辺を打って一丸とした仙塩地区



第1図 仙台・塩釜地区地質図 (文献2その他による)

の工業化をはかっている。宮城県においても、従来工業化のあいとされてきた工業用水の不足を補うために、名取川の上流に大倉ダムを築き、ここから工業用水を導びくなど、積極的にこの地区の工業化の促進にのりだしてきた。このような計画は次第に軌道にのり、大倉ダムはすでに着工し、コンクリートの打設も、日々に進み、その完成も間近いが、このダムより補給される工業用水道も、多賀城地区および、その導水路に近い大工場においては、恩恵を受けるが、その他の工場においては、工業用水は依然として地下水または、上水に頼らざるをえないのが現状である。仙塩地区の地下水は一般にあまり豊富でないといわれてきた。事実、仙台市内はともかく多賀城町以北の平地の地下水は、用水として質量ともに満足な使用に耐えるものは少ない。

ここにおいて、今回行なわれた調査は、短期間のために全域にわたり詳細に調査し検討を加えることができなかったのはまことに遺憾であるが、仙塩地区の地下水の概貌を知ることができたので、さらに今後の調査研究のための一石としてここに報告する。

なお調査にあたり御教示をたまわった東北大学奥津春生教授をはじめ、調査に御協力をいただいた地元の方々に、深く感謝の意を表する次第である。

2. 調査規模

2.1 調査範囲

調査範囲は仙台市・宮城郡多賀城町・松島町・塩釜市および名取郡名取町の一部という、広い範囲にわたったが、そのうち掘抜井戸については、仙台市の市街地とその周辺におけるものが大部分で、その他の地区は数カ所の調査を行なったにすぎない。

自由面地下水の調査は、市街地の南部より名取川の南岸に及び、さらに名取町増田付近までも含めて実施した。

2.2 調査期間および担当

昭和34年10月15日～10月29日

調査担当

小西泰次郎	工場巡検、調査結果の検討と総とりまとめ
木野 義人	工場巡検、自由面地下水調査
森 和雄	工場巡検、被圧面地下水調査
後藤 隼次	表流および地下水の水質調査

3. 地 質

3.1 地質概要

仙台市およびその周辺の地質は、市の北東方の利府には三畳紀の地層が露出し、仙台市の市街地を囲む山地に

は中新世から更新世に至る地層が発達し、これらの地層は層位的にも、また貝化石および植物化石を多産するので古生物学的にも、さらに段丘がよく発達しているので地形学的にも興味のあるところで、1911年に金原¹⁾が20万分の1仙台図幅を報告してよりこんにちに至るまで実に数多くの調査研究がなされてきた。1953年には半沢ほか²⁾により地質図と報文が発表されてこれまでの研究成果がまとめられたが、同時にこの地方の地質について問題となる点も指摘され、それらについての検討³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾もその後行なわれているが、なお今後ともこの地方の地質は調査研究の対象となるものと思われる。

仙台市付近の地質は半沢ほか²⁾が層序を発表してより、層準として問題となるのは竜ノ口層より以下の地層についてである。第1図の地質図は半沢ほか²⁾の地質図をもとにしたものであるが、これに対する層序は第1表(A)である。これに対し、奥津⁴⁾はほぼ同じような層序を用いているが、青木⁶⁾は亀岡層の層準について論じて、半沢²⁾以後に行なわれた研究成果をも含めて第1表(B)のような層序を発表した。しかし仙台市市街地周辺の地質に関する限りでは、従来の亀岡層²⁾と称せられるものと青木⁶⁾の北根層とはほぼ同じ層準にあるものと考えられるので、この報文においては亀岡層の名称を用いることにした。

第1表 仙台市付近の層序

A 半沢ほか ²⁾ 1953		B 青 木 ⁶⁾ 1960	
仙台層群	青葉山層	仙台層群	青葉山層
	大年寺層		大年寺層
	八木山層		八木山層
	広瀬川凝灰岩		広瀬川層
	北山層		北山層
秋保層群	竜ノ口層	秋保層群	竜ノ口層
	亀岡層		
	三滝安山岩		
名取層群	白沢層	名取層群	北根層
	湯本層		
	綱木層		三滝安山岩
	旗立層		綱木層
	茂庭層		
	高館安山岩		

この地域の地質はすでに述べたような文献資料により明らかであるので、ここでは詳細にわたることをさけるが、容水地盤として関係のある地層は、おもに第三系に属する竜ノ口層・亀岡層および綱木層である。

竜ノ口層は、仙台市北西部の竜ノ口峡谷に露出し、厚さは30mないし160mあり、地層は凝灰岩と砂岩の互層、淤泥岩・細礫砂岩などからなり、貝化石を多産する。この層の下位には植物化石を産し、また亜炭層を挟む。亀岡層が賦存し、両者の関係は整合とみなされている。亀岡層は砂岩・凝灰質泥岩・凝灰岩・細礫岩などからなり、層厚は15mないし50mと推定される。本層の下位にはほぼ整合関係で綱木層がある。綱木層は集塊岩質凝灰岩・砂岩・頁岩・凝灰岩・凝灰質粗粒砂岩・砂質浮石質凝灰岩などからなり、貝化石を産し、層厚は100m以上と推定される。

これらの地層が掘抜井戸における容水地盤であるが、浅井戸においては、青葉山礫層、段丘堆積物および沖積層から取水しているものもある。

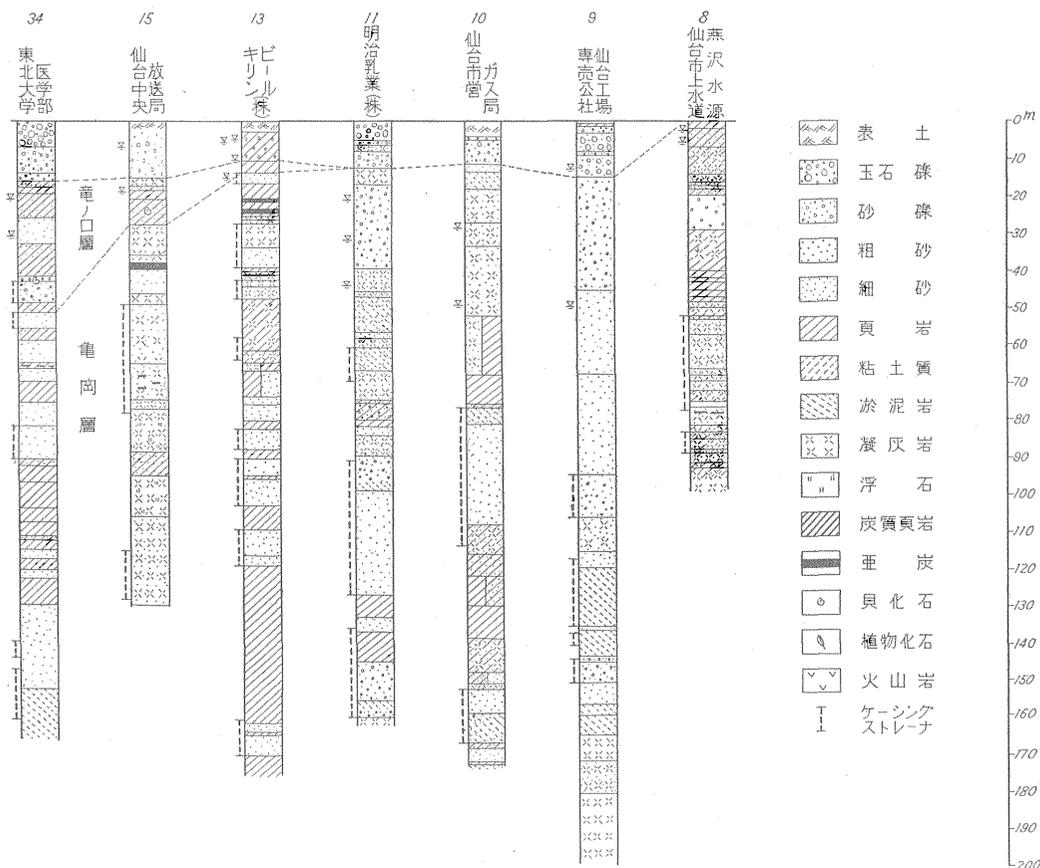
3.2 地下地質

仙台市内にはすでに多数のさく井が行なわれ、また今後もその数は増加の一途をたどることと思われるが、その用途としては、キリンビール(株)をはじめとして市内に散在する大小の工場のための工業用水、学校・病院

などの公共施設のための用水をはじめとして最近は大きなピレで用いられる雑用水、冷房用水、さらに映画館・旅館などのための用水に広く用いられている。これらのさく井資料によりここでは3カ所の断面をとりこれらを取りまとめた。なおこれらの資料のほかに、仙台市内および宮城県下の工場適地の地質については奥津⁷⁾の報文があり広範囲の資料を提供している。

仙台市街地北部のAA'断面(第2図)においては、地表近くに高位段丘堆積物があり、この下位には西部においては竜ノ口層がくるが、東部においては段丘砂礫層の下には亀岡層が接している。亀岡層とその下位にある綱木層とは両者ともに凝灰岩の砂岩・泥岩などであるために、岩質的には地質柱状図によるだけではほとんど両層は判別しにくく、亀岡層は亜炭または炭質頁岩などを挟み、凝灰質で細粒の組成からなる地層が多く、綱木層はやや粗粒の部分もありまた貝化石を含むという程度の区別があるくらいのもので、断面図において柱状図を対比してこれら両層を区分することは行なわなかった。

断面BB'(第3図)は、仙台駅の南側をほぼ東西に走

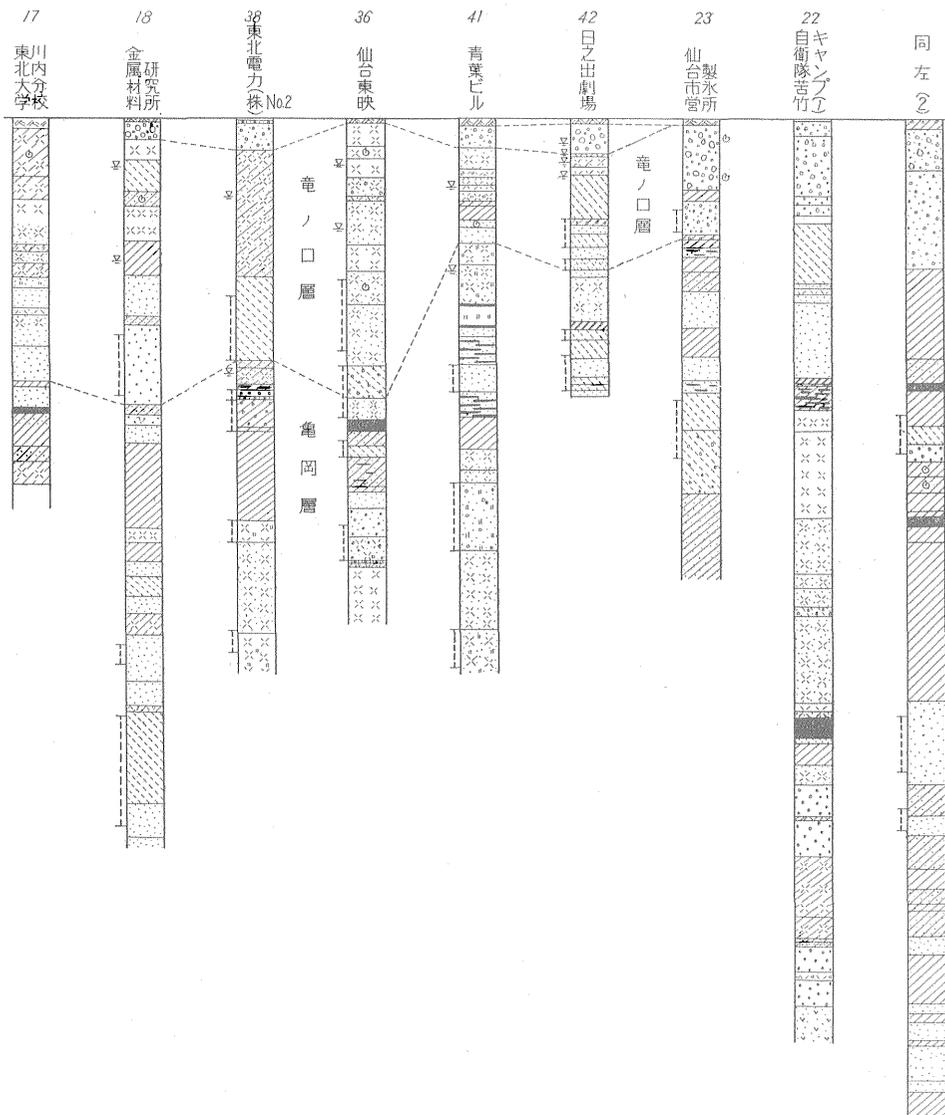


第2図 仙台市さく井柱状図 A-A'断面

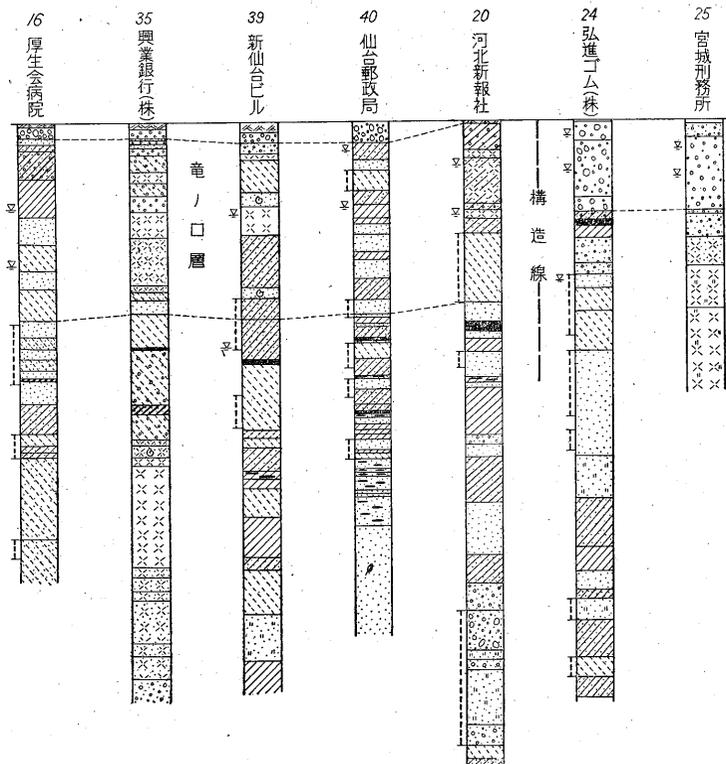
る断面である。最上部には砂礫層からなる低位段丘堆積層が覆い、その下位には貝化石を含む竜ノ口層があり、整合関係をもってその下には亀岡層・綱木層が続いている。亀岡層と綱木層はここでも柱状図で岩質により区分することはむずかしく、また綱木層と思われる層準よりも貝化石の記載もないので、この両層の区分は行なわない。また市営製氷所と自衛隊苦竹キャンプとの間には構造線が想定され、この間の対比も困難である。自衛隊苦竹キャンプ（1）、（2）の柱状図において、（1）は自衛隊に保存されていた標本をもとにして作製した柱状図であるが、標本はさく井の際に細粒のものは流れ去り、取り扱い易い部分のみが標本として残る傾向もあるため

必ずしも実際の地質と標本とは一致しているとはいえないかもしれないが、柱状図（2）の、さく井時に作製した柱状図とは同一地点ではないとはいえ、かなりの相違がある。特に（2）の柱状図においては、亜炭層と亜炭層の間に貝化石を含む地層が記載され、この地層は竜ノ口層の層準に属するものかどうかということは、（1）の標本には貝化石が無かったため判定は困難である。

断面 CC'（第4図）は広瀬川にはほぼ平行した断面で、最上部には段丘砂礫層、その下位に竜ノ口層と亀岡層が続くことは他の断面と同様である。河北新報社と弘進ゴム（株）の間には構造線があるので、この間の対比はできなく、弘進ゴム（株）の柱状図において、砂礫層の下



第3図 仙台市さく井柱状図 B-B'断面



第4図 仙台市さく井柱状図 C-C'断面

にある亜炭層は大年寺層または八木山層付近の層準にあるものかは岩質に著しい特徴もなく、また化石も記載されていないので対比はなかなか困難である。

を示したのが第5図で、川から離れるほど水温は低く、水比抵抗値も小さくなって、数100m 離れれば、もはやその影響はみられない。

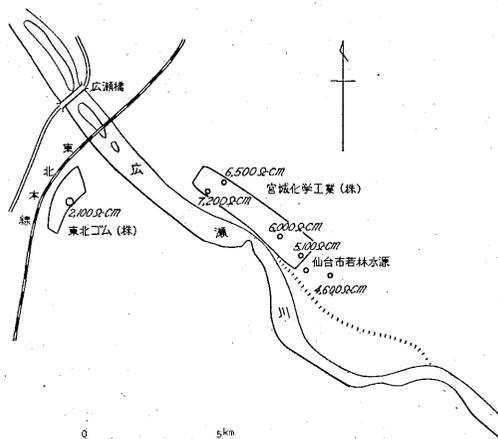
4. 地下水

4.1 自由面地下水

4.1.1 市内および広瀬川下流地区

仙台市市街地の自由面地下水は、汚染された地表水の浸透による影響をうけて、ほとんど全域にわたり水質は悪く、水比抵抗値は、1,000~3,000 Ω-cm である。

仙台市の中心から、やや外れた南東方の広瀬橋より下流の広瀬川沿岸においては、堤内地において表流水の伏没浸透が認められる。すなわち、調査当時、広瀬橋における、広瀬川の表流水の水温は 13.3°C、水比抵抗値は、8,500 Ω-cm に対して、左岸の堤防に沿い、堤内地にある宮城化学工業（株）の自由面地下水の水温は 16.9~12.2°C、水比抵抗値は 5,100~1,200 Ω-cm で、またこの工場の南東に隣接する仙台市若林水源の井水の水温は 14.9°C、水比抵抗値は 4,600 Ω-cm である。また右岸の川からやや離れた位置にある東北ゴム工業（株）の浅井戸の水温は 14.4°C、水比抵抗値は 2,100 Ω-cm である。広瀬川とこれらの井戸の位置と水比抵抗値との関係



第5図 広瀬橋下流の浅井戸の位置と水比抵抗値との関係

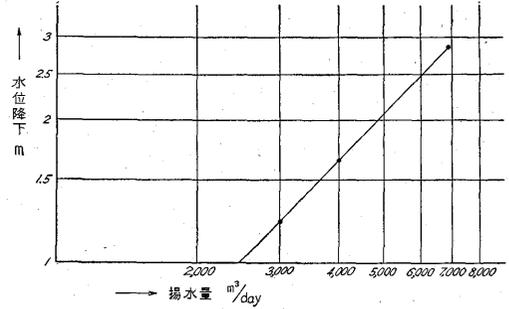
若林水源井における水温の変化は、季節的気温変化より少なくとも2カ月以上は遅れてあらわれているので、水温、水比抵抗値などの状態を考慮すれば、この地下水は至近距離より浸透するものではなく、ここよりやや上

流において表流水は伏没して地下水となるものと思われる。

若林水源 1号井における揚水試験の結果は第6図で、1 m の水位降水によって、揚水しうる水量は、約 2,450 m³/day と算定され、また試験結果からみれば、7,000 m³/day の揚水も可能である。しかし、将来の井戸相互の干渉などを考慮すれば、1井当りの揚水量は、前記水量の70%の約5,000 m³/day程度におさえて揚水するのが適当であると思われる。

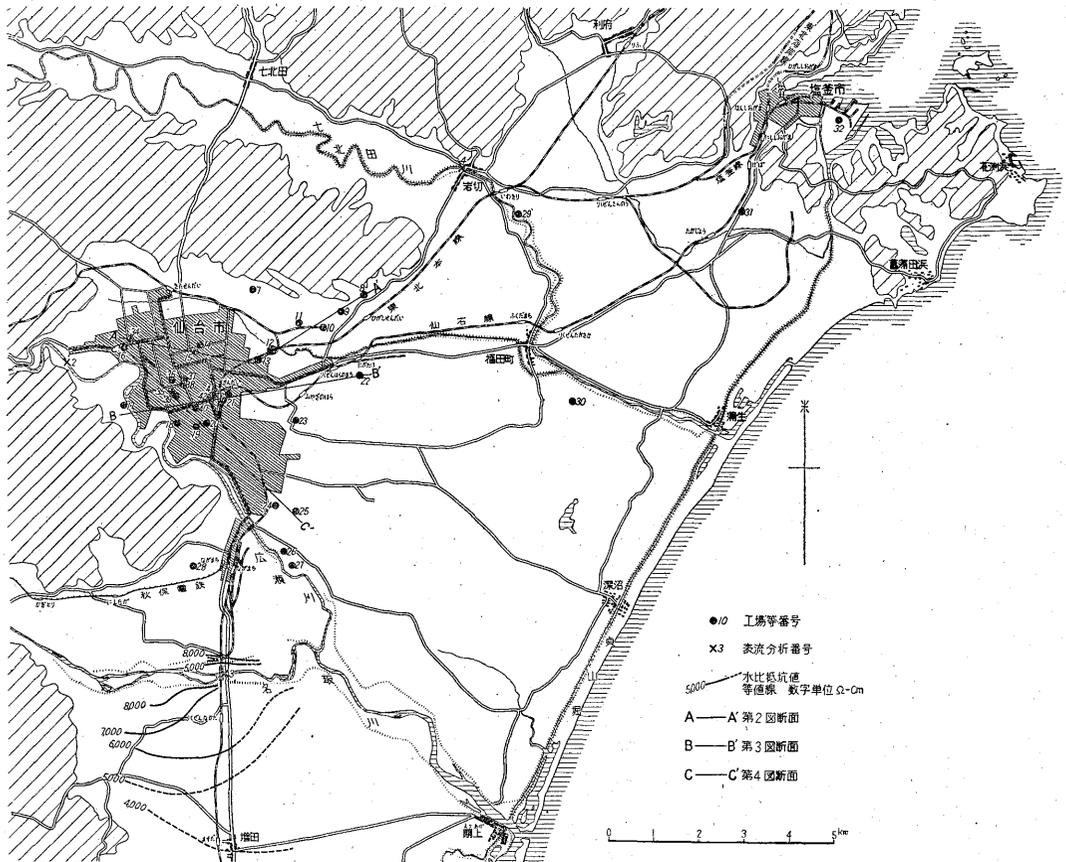
4.1.2 中田地区 (名取川透水帯)

名取川南岸の中田地区における自由面地下水の水比抵抗値は、5,000~8,000 Ω-cm で、伏流水を除いては、仙台付近における最良の水質を示している。さらに南下



揚水量 (m ³ /day)	静水位 (m)	水位降水 (m)
0	3.56	
3,000		1.24
4,000		1.64
6,857		2.84

第6図 仙台市上水道若林水源1号井揚水試験結果



工場等の位置番号および中田地区比抵抗等値線図

- | | | | |
|------------------|----------------|----------------|------------|
| 7 仙台市菅小松島上水道水源 | 16 仙台厚生会病院 | 25 宮城刑務所 | 34 東北大学医学部 |
| 8 仙台市菅蕨沢上水道水源 | 17 東北大学川内分校 | 26 宮城化学工業(株) | 35 興業銀行 |
| 9 専売公社仙台工場 | 18 東北大学金属材料研究所 | 27 仙台市菅若林上水道水源 | 36 仙台東映 |
| 10 仙台市菅ガス局工場 | 19 東北大学本部 | 28 東北特殊鋼(株) | 37 七十七銀行 |
| 11 明治乳業(株)仙台工場 | 20 河北新報社 | 29 塩釜市上水道水源 | 38 東北電力(株) |
| 12 日本酸素(株)仙台工場 | 21 国鉄仙台機関区 | 30 多賀城町上水道水源 | 39 新仙台ビル |
| 13 キリンビール(株)仙台工場 | 22 仙台自衛隊苦竹キャンプ | 31 宮城缶詰(株) | 40 郵政局 |
| 14 簡易保険局 | 23 仙台市管製氷工場 | 32 極洋捕鯨(株)塩釜工場 | 41 青葉ビル |
| 15 仙台中央放送局 | 24 弘進ゴム(株) | 33 松島町上水道水源 | 42 日ノ出劇場 |

第7図 仙塩地区調査工場等位置番号図(水質と共通)

して名取町増田に入ると、自由面地下水の水質は悪くなるが、深度 20 m 以深の被圧面地下水は、中田地区に次いで良質で、水比抵抗値は、4,000~5,000 Ω-cm を示している。この付近の水比抵抗値の分布状態から水比抵抗等値線図を描けば、第7図ようになる。第7図から明らかなように、中田地区および名取町増田地区の自由面ないし被圧面地下水は、中田地区西部において、名取川表流水の浸透によって供給されるものであることがわかる。すなわち、中田地区ないし増田地区は名取川表流水を供給源とする有力な地下水の透水帯ということが出来る。これをかりに名取川透水帯と名付ける。中田地区南部には、この透水帯の自然露頭ともいべき湧泉があり、水比抵抗値は 7,000 Ω-cm 以上を示している。また名取川堤内には有力な伏流水があり、名取橋付近で 8,000 Ω-cm 以上の水比抵抗値を示している。

なお、名取川左岸沿いに水比抵抗値が 4,000~5,000 Ω-cm を示す自由面地下水がみられるが長町地区には、全く及んでいない。しかし、これらの自由面地下水と、名取川・広瀬川に囲まれた地域の被圧面地下水との関係については、今後さらに調査検討する余地がある。

4.2 被圧面地下水

仙台市内のうち、広瀬川北岸の市街地における被圧面地下水の水比抵抗値は、北部においては、3,000~4,000 Ω-cm を示し、中心部では、2,000~3,000 Ω-cm とややその値は低くなっている。この市街地は三方を第三紀層の山に囲まれ、これら第三紀層が地下に賦存して被圧面地下水の帯水層を形成しているが、これら帯水層に対しては、地表に降った雨水および周辺の山地から徐々に浸透した水が地下水の供給源と考えられるが、これらの地層は凝灰質の細粒のものからなっていると同時に、地質時代からみれば、下部中新世から、下部鮮新世にわたる地層が帯水層となっているので、更新世の砂礫層からなる地層などに較べると、透水性において劣り、地下水の流動性はみられないが、しかし、周辺の山地に寄った地域の水比抵抗の大きいことは、周辺の山地より、地下水が供給されていることのあらわれであろう。また、広瀬川の右岸の青葉城跡のふもとにある、東北大学川内分校の揚水井の帯水層は、集塊岩質の粗粒砂岩および中粒砂岩で、竜ノ口層および亀岡層に、それぞれ属しているものと考えられるが、竜ノ口層は、広瀬川の川岸に露出しているため、表流の浸透の影響を受けているために、市内の掘抜井戸としては、異例の 6,000 Ω-cm という、水比抵抗値を示している。

静水位および揚水位についてみれば、この川内分校は、静水位 20 m、300~500 m³/day の揚水に対して、揚水位は約 30 m であるが、市内北部においては、水位

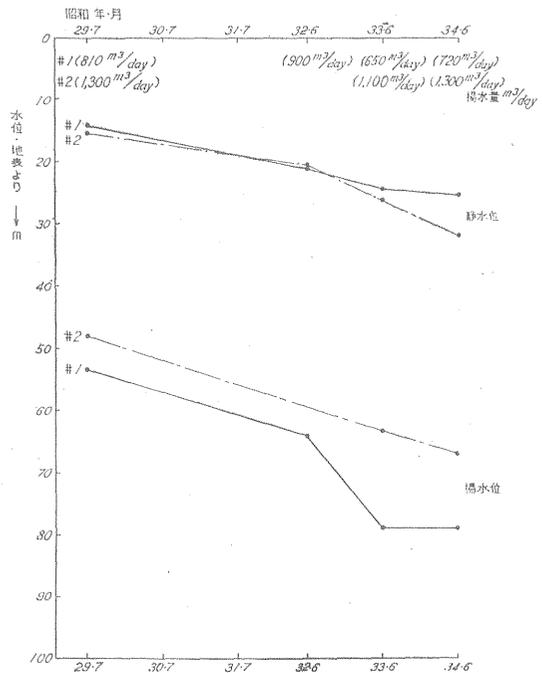
は著しく低下している。例えば、小松島水源井においては、静水位は現在 55 m、240 m³/day の揚水により揚水位は 100 m にまで下っている。

専売公社仙台工場における水位の経年変化は第8図で、これによっても、昭和 29 年頃に較べると、水位の低下の大きいことが認められる。

市街地の中心部から、仙台駅付近においては、静水位はストレナーナの位置によっても異なっていて、数 m から 20 m 前後に及んでいる。揚水位は、揚水量その他の条件により左右されるが、300 m³/day ないし 900 m³/day の揚水量に対して、揚水位は 30 m ないし 50 m である。市内においては、工場の増築、ビル建設に伴う雑用、冷房用水などのためのさく井によって、今後さらに、水位は低下し続けるものと思われる。

仙台市街地と海岸との中間に位置する六丁目および、十字字付近には深度 30 m ないし 50 m の掘抜井戸があり、その水比抵抗値は 4,000~4,500 Ω-cm であるにもかかわらず、この付近の浅井戸の水比抵抗は 2,000 Ω-cm 前後を示していることは、被圧面地下水は、この付近の地表水からの直接浸透よりも、むしろ広範囲にわたる地層からの浸透による影響をうけているものと考えられる。

東北本線長町駅の西方にある、東北特殊鋼(株)の深度約 90 m の井戸の地下水の水比抵抗値は 5,000 Ω-cm 以上で、仙台地方の被圧面地下水としては水比抵抗値は



第8図 専売公社仙台工場における揚水量と水位の経年変化

高く、広瀬川または名取川の表流水が伏没して、この地域の地下水の涵養源となっていることも考えられ、この地下水と自由面地下水との関係を明らかにすることができれば、この地帯の被圧面地下水は、質量とも有望になる可能性がある。

七北田川右岸の福田町岡田付近に旧軍施設の掘抜井戸があって、自衛隊および多賀城町の上水道水源として使用している。水質分析の結果も良好で、また水量も1井当たり $1,000 \sim 1,200 \text{ m}^3/\text{day}$ の揚水を行っており、仙台市内の被圧面地下水としては、最大級の揚水量である。

多賀城町には、東北本線岩切駅の南側に塩釜市の上水道水源と仙石線多賀城駅近くに、宮城罐詰（株）の掘抜井戸がある。塩釜市の水源井は、巡検時には使用していなかったが、水量的には、補助的に使用されている程度のもので、また水質は溶存成分が多く、良質の水とはいえない。宮城罐詰（株）の地下水の水質は、 Cl^- はじめ溶存成分が著しく多く、明らかに海水の浸入をうけている。

このように多賀城地区は地下水の水質が不良で、また工場地帯の中心部では、三疊紀の利府層の基盤が、地下の浅いところに賦存しているのので、掘抜井戸によって地下水を得ることは困難であるので、この地区に立地した工場は上水を工業用水に用いている。

塩釜市の海岸に立地している極洋捕鯨（株）においては、さく井を行ない地表からの深度 115 m 付近において、自噴したので、107~130 m の間にストレーナを施し、107 m より上方はセメントなどによって、水止めを実施して塩水の浸入を防いで、水質のよい地下水を得ている。

また松島町の上水道水源は、海岸から 3 km 以上離れた石巻街道沿いの山の中に水源をもっているような状態で松島湾沿岸と塩釜地区においては、極洋捕鯨（株）のような特殊な方法によらなければ、良質の地下水を得ることは困難であろう。

5. 巡検工場などにおける調査結果

工場、事業場などの巡検は、用水に地下水を主として使用しているものについて行ない、その調査結果をとりまとめたものは第2表である。

工場において最も多量に用水を使用しているのは宮城化学工業（株）で、広瀬川の伏流水を約 $13,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 揚水し、またその隣接した敷地で、仙台市は上水道水源として $8,000 \text{ m}^3/\text{day}$ の揚水を行なっている。被圧面地下水を使用しているものには、専売公社・キンピール（株）・自衛隊・仙台市営製氷工場などあり、 $1,000 \sim$

$3,000 \text{ m}^3/\text{day}$ の揚水を行なっている。

この地区のように、第三紀層の帯水層から揚水している工場は、敷地面積の大小とも関連はあるが、 $3,000 \text{ m}^3/\text{day}$ 前後の揚水が、一応この地区の1工場当りの揚水可能量の限度であろうと考えられる。

6. 水 質

採水した試料は、河川の表流水6点、伏流水1点、および地下水26点である。地下水はおもに、仙台市内の掘抜井戸を対象として調査を行なった。試料採取地点および水質分析結果は、第7図および第3表である。

仙台市内の掘抜井戸は第三系に属する竜ノ口層・亀岡層および綱木層の帯水層から揚水しているものが大部分である。しかし、南小泉および長町においては、第四系の広瀬川段丘礫層および一部は、第三系の大年寺層の地層を帯水層としている井戸が多い。以下、地域を広瀬川左岸の市内地区および右岸の長町地区とに分けて説明する。

6.1 水質各論

地下水の水温は、 $14.0 \sim 20.0^\circ\text{C}$ の範囲であるが、全般に 15°C 以上の値を示す試料が多い。これらのうち、市内の丘陵に接した段丘地帯の試料は、一般に水温が高く、 $17.0 \sim 20.0^\circ\text{C}$ を示すが、長町地区は $14.0 \sim 16.3^\circ\text{C}$ で、前述の地区よりも、やや低い温度を示している。

pH, R pH 市内地区は $7.2 \sim 9.4$ の値で、中性からアルカリ性側の値を示し、またアルカリ性の強いほど水温が高い傾向がみられる。長町地区は市内地区とは逆に、中性から微酸性側の値で、 $6.2 \sim 7.1$ を示した。pH と R pH との差は、市内地区では比較的少なく、0.1 前後であるが、長町地区では、 $0.3 \sim 1.0$ という大きな差が認められた。

HCO_3^- 両地区の HCO_3^- は、陰イオンのうちの、50% 以上の値を示す試料が多く、特に市内地区では、大部分の試料が、100 ppm 以上の値を示すのに対し、長町地区の試料では、明らかにこれよりも低く、 $48.0 \sim 72.0$ ppm の値である。

Cl^- Cl^- の値は、 $7.4 \sim 64.2$ ppm という広範囲の値を示すが、全般的にみれば、平均値は、 $10 \sim 22$ ppm の範囲である。しかしなかには、試料 No. 20, 21, 22 は、30 ppm 台、No. 12 は 40 ppm、No. 18 は 64 ppm のように非常に多い値を示すものがあるが、これらの揚水井のストレーナの位置は、いずれも比較的浅い部分にあることで、その部分は、第三紀層の上に堆積している比較的透水性のよい段丘堆積層および洪積世の青葉山層とからなっていることなどから考えると、 Cl^- の値の大きい原因としては、これらの地層を通じて行なわれている

第2表 巡検工場等における用水調査表

No.	会社および工場 などの名称	所在地	使用量 (m ³ /day)	水源別 取得量 (m ³ /day)	用途	井戸諸元			ポンプ諸元		
						No.	深度 (m)	孔径 (mm)	吐出口径 (mm)	種類	動力HP (kW)
7	仙台市小松島上水道水源	仙台市	250	C 250	et		130	300	100	S	50
8	" 燕沢 "	"	750	C 750	et		137	300	100	S	50
9	仙台専売公社	"	2,000	C2,000	c,b,Ca	1	200		100	S	25
		"				2	200		100	S	25
		"				3	200		100	S	25
		"				4	200		100	S	25
10	仙台市管ガス局	"	1,200	C1,200	c,w	1	200	250	150	S	25
		"				2	173	250	150	S	25
11	明治乳業(株) 仙台工場	"	592	C 324 W 268	c		163	250	100	BH	15
12	日本酸素(株) 仙台工場	"	800	C 800	c				80	S	15
13	キリンビール(株) 仙台工場	"	3,360	C2,670 W 690	c,w	1	196	250	100	S	
		"				2	176	150	100	S	
		"				3	64.5	250	100	AL	
		"				4	64.5	150	100	AL	
14	簡易保険局	"	70	C 70	et		102	150	75	BH	7 1/2
15	仙台中央放送局	"	500	C 500	Ca, et		120	150		S	
16	仙台厚生会病院	"	300	C 300			67		100		17
17	東北大学川内分校	"	600	C 600	et	2	68	300	150	BH	20
		"				3	68	300	150	BH	15
18	東北大学金属材料研究所	"	—					100	100	S	25
19	" 本部	"	—				121	250		AL	
20	河北新報社	"	300	C 300	Ca, et	1	130	200	75	BH	15
		"				2	170	300	100	S	20
21	国有鉄道仙台機関区	"	950	C 250 W 700	et		100			T	
22	仙台自衛隊	"	2,800	C2,800		1	200	305	150	BH	30
		"				2	200	305	150	BH	30
23	仙台市管製水工場	"	1,200	C1,200	c		120	250	125	BH	25
24	弘進ゴム(株)	"	550	C 500 W 50	c, b		175	250		S	25
25	宮城刑務所	"					100				
26	宮城化学工業(株)	"	13,000	F C13,000		1~7	10×7#	1.2m	100	T	7 1/2
		"					75	250	75	S	25
27	仙台市若林上水道水源	"	8,000	F8,000	et	1	8.9	1.5m	150	V	15
		"				2	9.0	1.5m	150	V	15
28	東北特殊鋼(株)	"	520	C 520	c		91.7	200	100	BH	10
29	塩釜市上水道水源	"	—			1~3	50	300	100	BH	15
30	多賀城町上水道水源	"	2,500	C2,500		1~4	—		150	BH	35
31	宮城罐詰(株)	多賀城町	900	C 900	c, w		80		50	V	5
32	極洋捕鯨(株) 塩釜工場	塩釜市	700	C 700	c, w, et		130	300	200	S	20
33	松島町上水道水源	"	2,200	C2,200	et	1	100		100	BH	15
		"				2	105		100	BH	15

水源別 { F—自由面地下水
C—被圧面地下水
W—上水道水

用途別 { w—洗浄
c—冷却
Ca—温湿度調整
et—飲料, 雑用その他
b—ボイラー

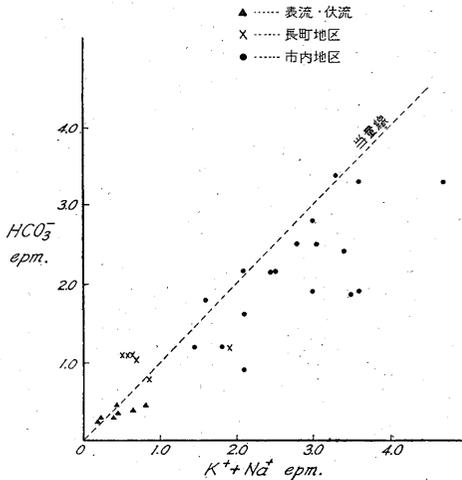
ポンプ種類 { BH—ボアホール
S—水中
T—タービン
V—渦巻
AL—エアリーフト

地表水の影響による汚染ではないかと思われる。

SO_4^{2-} SO_4^{2-} は、広範囲に検出され、6~59 ppm の値である。一般的の傾向から、地表水の汚染の影響が、多少考えられるが、層別に検討すると、必ずしも汚染の影響のみとは考えにくく、市内地区の地表下 50 m 前後付近の帯水層から揚水していると思われる試料に、やや多い傾向が見られるので (約 20 ppm 以上)、亜炭層の影響も考えられる。

K^+ , Na^+ K^+ は両地区ともに、ほぼ同じ値を示し、2.1~4.4 ppm (No. 18 を除く) の範囲であるが、細かく検討すると、市内の丘陵地帯は、1.2~2.6 ppm という少量で、これらの地帯を除く市内では、2.4~4.4 ppm で最も高い値を示し、また長町地区は、2.1~3.8 ppm で、その中間の値を示している。

Na^+ は、市内では、31~106 ppm の値を示し、全陽イオンの約 90 以上を占め、その組成は主として、重炭酸塩の形をしていることは、第 9 図でみられるように、 Na^+ と HCO_3^- との関係が、ほぼ当量関係を示していることから明らかである。しかし長町地区は、10~17 ppm の範囲で、市内地区より非常に少ない。



第 9 図 仙塩地区地下水の HCO_3^- と K^+Na^+ の関係

Fe^{2+} , Fe^{3+} Fe^{2+} は、試料の半数に検出され、0.1~0.5 ppm の値で比較的多いが、 Fe^{3+} は少ない。全鉄として、0.10 ppm 以上の値を示す試料には、必ず Fe^{2+} が多く検出されている (No. 19 を除く)。

Ca^{2+} , Mg^{2+} Ca^{2+} は、No. 18 の 55.8 ppm という異常に多いところを除けば、市内地区および長町地区ともに、24.0 ppm 以下の値を示す。これらのうち、No. 7, 10, 12, 17, 19 など是非常に少ない値で 0.8~10 ppm を示した。

Mg^{2+} は、市内地区では、0~4.8 ppm の値を示し、全般的に少なく、平均すると 1.8 ppm である。これに対して、長町地区では比較的多く、3.2~7.6 ppm の値である。両地区の $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ epm を比較すると、長町地区は、一定した値で平均 2.07 であるのに対して、市内地区では、一定せず、しかも長町地区より大きい値を示し、 Mg^{2+} が少ないといえる。

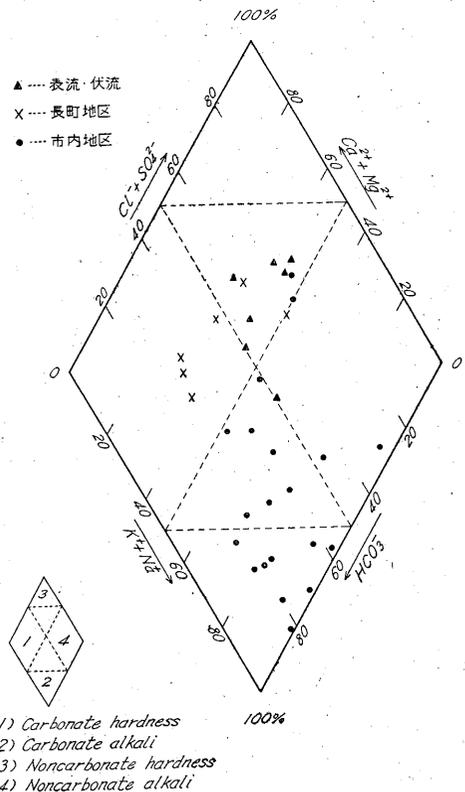
SiO_2 市内地区および長町地区ともに普通の地下水に較べて、非常に多い値を示し、58~74 ppm の範囲である。これらは、地質的条件によるものと考えられ、主として、第三系の凝灰質堆積物による影響と思われる。なお、これについては、次の隣の項についてもいえることのように思われる。

P 全般的にみて、0.10 ppm 以上の値が多く、平均値は、0.22 ppm という値である。

6.2 水質の特徴

以上述べた諸点から、本地区の地下水の水質の特徴を要約すれば、次のとおりである。

(1) 市内地区の地下水は、溶存成分の量が多く、平均して、7.02 epm の値を示すのに対し、長町地区の地下水は、平均して、4.29 epm で、前者より、はるかに



第 10 図 仙塩地区地下水の組成を示す key diagram

第3表 仙 塩 地 区 水

No.	試料採取地点	深度 または ス ト レ ー ナ 位 置	Tw (°C)	pH	R pH	Dis. O ₂ (cc/l)	HCO ₃ ⁻ (ppm)	Cl ⁻ (ppm)
1	広瀬川 (大沢村滝ノ上)	表 流	13.6	6.7	6.7	—	15.2	4.9
2	〃 (うしごえ橋)	〃	13.6			—	15.8	10.2
3	名取川 (名取橋)	〃	15.7	6.9	6.9	—	18.3	7.4
4	七北川 (いまいわ橋)	〃	12.8	6.9	7.0	—	27.5	12.0
5	鳴瀬川 (鳴瀬橋)	〃	14.1	6.6	6.7	—	23.8	10.6
6	北上川(石巻市上水道水源)	〃	13.2	6.6	6.8	—	20.7	12.0
7	仙台市営小松島上水道水源	160	19.5	9.2	9.2	4.24	146.4	8.5
8	仙台市営燕沢上水道水源	137	15.9	7.2	7.4	—	111.0	22.0
9	仙台専売公社1号井	200	18.3	8.2	8.2	—	150.0	14.2
10	仙台市営ガス局2号井	76.5~111.5, 152~166	18.4	9.0	9.0	0.38	152.5	13.4
11	明治乳業(株) 仙台工場	60~70, 91~127, 136~164	17.0	7.9	7.9	—	132.3	10.2
12	日本酸素(株) 仙台工場	40~49, 84~100 126~169	21.0	9.4	9.4	—	200.0	41.1
13	キリンビール(株) 仙台工場	32~42, 57~62, 65~72 89~99, 102~107 122~127, 166~190	17.2	6.3	6.8	—	56.1	49.7
14	仙台市簡易保険局	53~74, 83~88, 110~115	14.9	7.3	7.4	1.38	169.5	13.8
15	仙台中央放送局	49~78, 115~128	14.6	7.5	7.7	—	130.5	26.9
16	仙台厚生会病院	121	16.6	7.2	7.4	—	130.5	21.3
17	東北大学川内分校3号井	50.7~61.7, 66.7~70.0	16.4	7.2	7.4	0.27	73.8	7.4
18	〃 金属材料研究所	59~75, 152~157, 161~191	16.6	7.3	7.5	—	201.3	64.2
19	〃 構内本部	9~15, 52~56, 64~74, 80~85	17.5	7.8	7.8	—	115.9	20.9
20	河北新報社2号井	30~48, 61~65, 129~165	15.2	7.4	7.6	—	114.6	33.7
21	国有鉄道仙台機関区	100	15.0	7.3	7.4	—	72.5	31.9
22	仙台自衛隊駐屯部隊1号井	200	19.1	6.9	7.1	—	75.6	19.1
23	仙台市営製氷工場	24~31, 76~91	16.0	6.2	7.2	—	48.8	33.0
24	弘進ゴム(株) 掘抜井戸	42~58, 62~78, 82~88 127~133, 143~108	16.3	6.6	7.0	1.13	64.6	9.9
25	宮城刑務所	100	14.9	6.9	7.3	—	68.3	18.1
26	宮城化学工業(株)5号井	150	13.7	7.1	7.4	0.67	67.1	8.5
27	仙台市若林上水道水源	伏 流	14.9	6.4	7.1	5.79	27.4	22.7
28	東北特殊鋼(株)	91.7	14.0	6.4	7.0	0.00	67.1	10.6
29	塩釜市上水道水源1号井	58	14.4	7.0	7.3	0.00	206.1	39.7
30	多賀城町上水道水源1号井		14.6	7.5	7.8	0.33	117.1	45.0
31	宮城罐詰(株)1号井	80	14.2	7.3	7.4	—	140.3	2,666.1
32	極洋捕鯨(株) 塩釜工場	107~126.2	24.6	8.8	8.8	0.78	173.2	227.2
33	松島町上水道水源2号井		17.3	9.1	9.1	0.00	100.0	9.5

少ない。これを、化学組成のうえから検討すると、第10図の、キープダイグラムからも明らかのように、市内地区では、主として K, Na の重炭酸塩からなるが、長町地区では、普通の地下水にみられるような化学組成、すなわち、Ca, Mg の重炭酸塩が、その主成分をなして

いる。また、長町地区は、市内地区に較べて、一般に水温が低いこと、pH が微酸性側にあること、pH と R pH との差が大きいこと (free CO₂ が多い)、などから考えると、長町地区の地下水は、雨水による影響も、市内地区に較べてかなり大きく受けているように思われる。

質 分 析 結 果

NO ₂ ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	NH ₄ ⁺ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Na ⁺ (ppm)	Fe ²⁺ (ppm)	Fe ³⁺ (ppm)	Ca ²⁺ (ppm)	Mg ²⁺ (ppm)	Total Hardness (ドイツ)	Total SiO ₂ (ppm)	KMnO ₄ cons. (ppm)	P (ppm)
0.00	10	0.1	0.7	3.9	(Total Fe) (0.01)		6.8	1.0	1.2	20.0	5.3	0.02
0.00	21	0.2	1.0	8.6	(0.03)		8.1	1.7	1.5	22.0	4.9	0.03
0.00	8	0.1	1.3	6.0	(0.02)		5.7	1.4	1.1	24.0	7.6	0.02
0.00	6	0.1	1.4	9.4	(0.06)		7.3	1.9	1.5	35.0	6.3	0.02
0.00	5	0.4	1.6	14.0	(0.13)		5.5	1.8	1.2	31.6	9.7	0.02
0.00	24	0.1	1.7	9.4	(0.10)		9.1	2.8	1.9	24.4	8.2	0.02
0.00	15	0.1	1.4	76.1	0.00	0.01	0.8	0.0	0.1	77.6	4.7	0.14
0.01	12	0.2	2.6	35.6	0.59	0.00	22.3	4.8	4.2	68.8	15.1	0.16
0.00	12	0.1	2.1	63.0	0.00	0.02	11.7	0.3	1.7	67.4	2.9	0.10
tr.	12	0.1	2.3	68.5	0.22	0.37	4.0	0.8	0.8	74.0	31.5	0.10
0.00	8	0.1	1.2	47.4	0.11	0.40	12.5	2.4	2.3	68.0	3.9	0.12
0.01	10	0.1	3.7	106.2	0.00	0.00	1.7	0.0	0.2	83.0	4.2	0.17
tr.	57	0.1	13.4	43.6	0.00	0.01	33.3	11.7	7.4	23.6	2.3	0.04
tr.	10	0.8	4.0	66.7	0.00	0.02	11.9	1.4	2.0	70.8	4.4	0.18
0.00	39	0.1	3.9	60.2	0.01	0.04	23.4	1.2	3.6	64.8	10.6	0.10
0.00	20	0.2	3.5	54.6	0.32	0.00	15.3	1.5	2.5	67.0	10.0	0.20
0.00	29	0.1	2.4	40.0	0.26	0.00	8.5	1.0	1.4	74.0	6.8	0.26
0.00	65	0.1	8.4	78.0	0.56	0.00	55.8	4.8	8.9	65.0	4.9	0.05
0.00	26	0.0	4.4	65.6	0.00	0.15	4.9	0.6	0.8	67.0	2.6	0.28
0.00	59	0.0	3.9	78.0	0.25	0.05	13.0	1.2	2.1	70.0	3.1	0.10
0.03	63	0.0	4.0	40.6	0.15	0.16	31.4	3.0	5.1	68.8	5.5	0.07
0.00	12	0.0	2.8	31.5	0.01	0.01	14.2	4.0	2.9	59.6	2.6	0.03
0.00	12	0.1	3.6	17.5	0.03	0.02	24.8	6.3	4.9	59.0	4.2	0.06
tr.	32	0.0	4.1	13.4	0.34	0.16	19.9	5.4	4.1	73.0	3.4	0.10
tr.	14	0.0	2.4	13.8	0.00	0.01	20.8	7.6	4.7	58.0	6.0	0.07
0.00	11	0.0	2.1	10.8	0.24	0.00	16.2	4.4	3.3	60.8	4.4	0.16
tr.	28	0.0	1.8	17.9	0.02	0.00	17.0	3.2	3.1	28.0	34.5	0.04
0.00	6	1.2	3.8	11.0	1.00	0.00	12.5	4.4	2.8	65.0	23.5	0.00
0.00	0	0.8	10.3	70.1	0.90	0.00	10.0	11.1	4.0	59.4	10.8	0.31
0.01	6	0.1	2.6	80.8	0.00	0.00	0.8	0.2	0.2	30.6	15.9	1.00
0.01	141		27.0	936.0	0.39	0.00	582.1	153.8	11.7	23.1	12.1	0.03
0.06	22	0.0	3.4	236.0	0.00	0.05	6.6	1.2	1.2	16.6	6.6	0.04
0.00	12	0.1	2.2	46.0	tr.	0.02	8.3	0.1	1.2	66.0	12.9	0.07

(2) これらの水質上の違いは、主として帯水層の地質的な諸条件に支配されているように考えられる。なお、市内地区の帯水層は、第三系の竜ノ口層・亀岡層および綱木層などで、これらの地層は、いずれも凝灰岩や細粒の凝灰質頁岩・砂岩などからなっているのに対し、

長町地区の帯水層は、主として、第四系の広瀬川段丘礫層と一部、第三紀層上部の大年寺層で、いずれも、礫および礫混りの凝灰質砂岩などからなり、その透水性は、前者より後者がはるかに良好であるためと推定される。

7. 仙塩地区における工業用水と その将来についての意見

仙台・塩釜地区における地下水の現況は、さきに述べた通りであって、仙台市内においては、あまり多量の用水を要求しない限り、一応地下水により、これをまかなうことができる。しかし多賀城町および塩釜市地域においては、よほど条件がよいか、あるいは、特殊の工法によらなければ、水質のよい、またある程度まとまった水量の地下水を得ることはなかなか困難である。

仙台地区の地下水は第三紀層を帯水層としているためにその量は豊富とはいえず、1井当りの揚水可能量は $300\text{ m}^3/\text{day}$ ないし $900\text{ m}^3/\text{day}$ と推定され、また最近は水位の低下がはなはだしく、北部においては、揚水位は地表から60mないし深いところでは100m、南部においては30mないし50mに及んでいる。にもかかわらず市の中心部においては、ビルの新増築はますます盛んとなり、水位低下に拍車をかけている状態である。このような現状をもってすれば、仙台市街地においては、今後とも水位は低下し続けることは避けられず、同時に揚水量も減少してゆくものと推定されるので、このうえ多量の地下水を開発してゆくことは考えられず、せいぜい、現状維持または工場の増設などに伴うやむをえない需要のみを揚水の対象とすべきであろう。仙台市の市街地からやや東方に外れた原町から福田町にかけては、掘抜井戸の揚水可能量も1井当り、 $1,000\text{ m}^3/\text{day}$ 前後で、揚水位の低下も、中心部に較べるとはなはだしくない。また市の南方の長町から中田、さらに名取町増田に至る広瀬川および名取川沿岸、とくに名取川の右岸には豊富な自由面地下水のあることも予想され、さらに広瀬川下流右岸から、名取川右岸にかけての地域では、被圧面地下水が河川表流および自由面地下水に涵養されている可能性もあり、市内中心部に較べれば、地下水開発の可能性は、はるかに多いものとみなされる。以上のべた2地区は、工場用地の取得の容易さからいっても、また工業用水を地下水に依存できる度合の確実さからいっても、今後、工場の進出しうる余地は、多分に残されているとみるべきであろう。

多賀城町および塩釜市地区については、広瀬川支流大

倉川に多目的ダムが建設されつつあり、そこからの工業用水道による用水の供給される日も間近いことと思われるので、これらの地区は、原則的には、工業用水道に頼ることとなるであろう。しかし現在の仙塩地区の工業発展のテンポをもってすれば、大倉ダムによる $100,000\text{ m}^3/\text{day}$ の工業用水道も、それらの需要に応じきれないことは、火を見るよりも明らかで、これらの需要をまかなうためには、名取川に、第2の多目的ダムを建設して、ここからさらに工業用水道を引くか、あるいは広瀬川および名取川下流の伏流水を集水して、工業用水道に当てるか以外に方法はないものと考えられ、この地区においては、将来とも、用水の取得が工場立地の一つの大きな要素になるものと考えられる。

(昭和34年10月調査)

文 献

- 1) 金原信泰：20万分の1地質図幅「仙台」地質調査所，1911
- 2) Hanzawa, S., K. Hatai, J. Iwai, N. Kitamura & T. Shibata: The Geology of Sendai and its Environs, Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser., Vol. 25, 1953
- 3) 生出慶司：仙台市付近の地質—3つの問題点について，地質学雑誌，Vol. 61, No. 719, 1955
- 4) Okutsu, H.: On the Stratigraphy and Paleontology of the Cenozoic Plant Beds of the Sendai Area, Sci. Rep. Tohoku Univ., 2nd ser., Vol. 26, 1955
- 5) 仙台団体研究グループ：仙台市付近の第三系の再検討（予報），地球科学，No. 37, 1958
- 6) 青木直昭：仙台地方の第三系の層序について，地質学雑誌，Vol. 66, No. 772, 1960
- 7) 奥津春生：宮城県内工場適地の地質及び工業用水（主として地下水）について，宮城県商工部，1954