

徳島県吉野川および那賀川水系工業用水源地域調査報告\*

工業用水調査グループ

Areal Investigation for Industrial Water Supply in the Yoshino and Naka River Basin, Tokushima Prefecture

By

Cooperative Group of Hydrogeology for Industrial Water Supply

Abstract

In Tokushima Prefecture, the artesian ground water contained in the Diluvial sediments below a thick clayly stratum is utilized for industrial water supply.

The surface water of the River Yoshino and the River Naka permeates at the several places into the aquifers of their river basin respectively.

In these aquifers, the migration of the free and artesian water is plainly traced by the survey of water resistivities.

The pumping efficiency of the artesian wells in this districts is excellent in general.

要 旨

1. 徳島県吉野川および那賀川の流域平野と小松島湾岸平野との工業用水源保全および開発を目的として、3カ年にわたって行つた水地域調査の結果を記載した。なおこの報告は徳島県の申請に基づく受託調査として行つた調査の結果と、当所が直接、間接に指導して徳島大学の職員・学生諸氏が行つた調査の結果とを総合してある。

2. 徳島県の工業用水取得量は100,000 m<sup>3</sup>/日程度で、そのほとんどが地下水であり、特に10m前後の厚さの粘土層下の被圧面地下水を利用している。一般に自由面地下水と被圧面地下水との区別は明瞭である。

3. 水比抵抗法を初めとする各種の調査によつて、吉野川・那賀川両河川の流域一帯および小松島湾岸一円の地下水の流動の状態・表流との関連などが、明らかになった。特に吉野川流域では、江川および住吉阿透水帯のように表流が大量に転化して地下水となつて流動している地帯がある。

4. 電気検査によつてこれらの平野部の容水地盤の規模を求めた。

5. 各河川の水文測量の結果、表流の伏現・地下水への転化量などの概要を知りえた。住吉透水帯に対する吉野川表流の伏没量は20m<sup>3</sup>/秒弱に達している。

6. 一般に深井戸の揚水条件は優れており、透水帯では12吋級で2,000 ~ 2,500 m<sup>3</sup>/日までの揚水が可能であ

る。

7. 水質は珪酸・鉄が少ない点およびマンガン・銅・硫酸などの含有量が多い点が特徴である。また特に吉野川下流の臨海部では地下水中への塩水混入が顕著に認められる。

8. 工場の誘致あるいは建設にあつて工場用水を得る場合には、地下水理を充分理解したうえで少しでも揚水条件の良い処で、適正揚水量の範囲内で井戸利用を行うべきである。

1. 緒 言

徳島県は昭和28年以降3カ年にわたり、その管内における工業用水源の保全および開発を目的として、吉野川および那賀川両水系下流平野部一円の水地域調査を行つていた。徳島県は工業の面では後進県であるが、石灰岩に恵まれており、また最近電力の供給を豊富に確保できる段階に至つたので、化学工場の立地にはきわめて好条件の所となつてきた。もし用水の面の対策さえ十分に樹てられていれば、工業面の発展は近い将来にあつて大いに期待できるものと思われる。

当所においてもかねてからの両水系の水地域調査を計画していたのであるが、たまたま29年度および30年度には徳島県の申請に基づく受託調査として、各種の水理地質調査を行うとともに、各年の調査全般にわたる企画・指導・取り纏めを行つていた関係上、こゝに徳島県の承諾を得て、調査結果の概要を記述し、今後の諸施策の参

\* 徳島県依頼調査  
発表許可昭和31年4月

考に供する次第である。

この調査に携わった当所調査班の専門別および担当者は次の通りである。

|               |     |       |  |
|---------------|-----|-------|--|
| 全般の企画・調整・取り纏め |     |       |  |
| 物理計測          | 地質部 | 蔵田延男  |  |
| 化学分析          | 同   | 村下敏夫  |  |
| 水文測量          | 技術部 | 比留川貴  |  |
|               | 同   | 尾崎次男  |  |
|               | 同   | 小谷野長平 |  |
|               | 同   | 桑形久夫  |  |
| 試錐            | 同   | 桂島茂   |  |
|               | 同   | 小林竹雄  |  |

なお当所の指導の下に野外調査ならびに化学分析など作業の過半を担当された徳島大学工学部産業技術研究所の久保田敬一(現在神戸大学工学部)・西田義郎・原田正文・久野武夫氏ら職員各位と多数の学生諸君、さらに3か年の間当所の技術指導にきわめて忠実に従われた徳島県総合開発事務局(現在県民室開発課に業務移管)ほか関係各部課の方々の非常な熱意と、多方面にわたる配慮に対しては、調査班員一同こゝに厚く感謝の意を表する次第である。

## 2. 調査の方法およびその規模

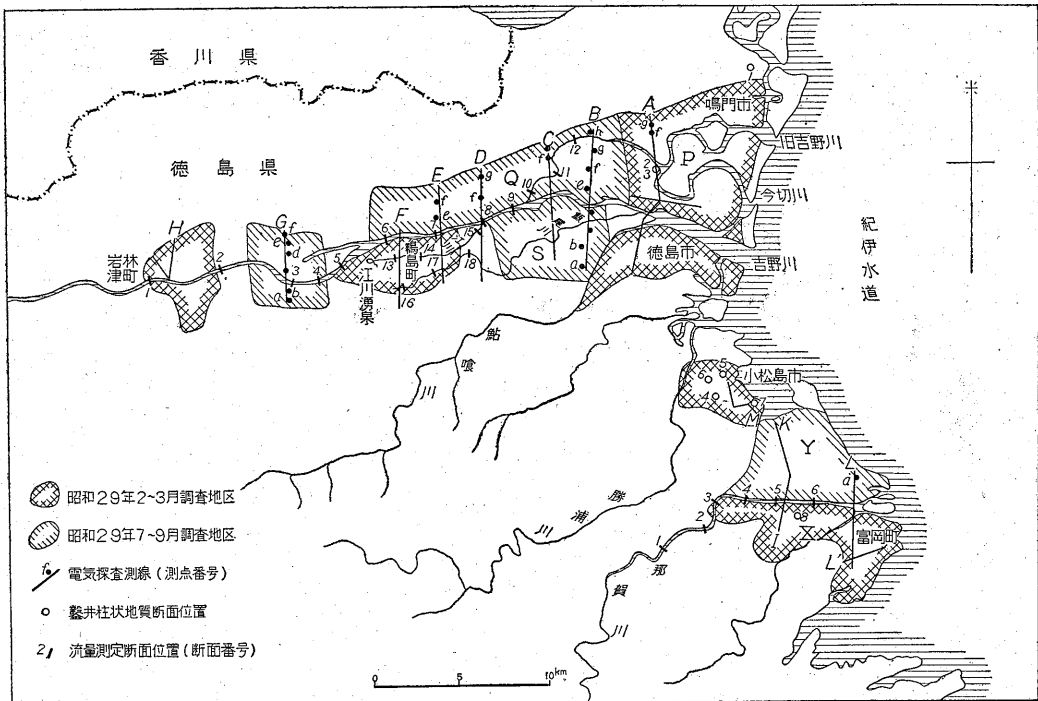
調査はまず昭和28年度、吉野川と旧吉野川とによって挟まれた最下流地帯・徳島市北部(吉野川右岸地区)・

江川湧泉群附近・林町岩津附近および那賀川右岸地区の5地区に限り、水比抵抗・水温・水位などについての露頭調査1,700カ所、水試料の化学分析92カ所、電気探査39カ所を徳島大学の手によって行い、別に依頼蒐集した工場用水調査個票47、鑿井地質柱状図26とともに、その取り纏めを当所において行つた。

翌29年度には小松島市の申請に基づく受託調査として小松島湾岸の調査を当所が行い、次いで前年度調査漏れの地区について徳島大学の手によって調査を進めるとともに、当所は各種の補足調査、前年度との比較検測などを行い、これらを通じて水露頭調査1,400カ所、水試料の化学分析103カ所、電気探査125カ所についての結果を得た。

さらに30年度には県の協力の下に、吉野川および那賀川の表流流量の測定、地下水位の水準測量、一部の水理地質補足調査を当所が行い、これら3か年にわたる調査成果を全体として取り纏め、吉野川流域平野——小松島湾岸平野——那賀川流域平野一円にわたる水保全および水源開発に対する一応の結論を求めたのである。

なお以上の調査地域は、吉野川流域約400km<sup>2</sup>、小松島湾岸および那賀川流域360km<sup>2</sup>で、5万分の1地形図としては鳴門海峡・徳島・川島・脇町および阿波富岡にわたっている。



第1図 吉野川および那賀川流域調査総覽図

### 3. 水分布の概観

#### 吉野川水系

吉野川は水源を遠く愛媛・高知県境の瓶ヶ森山に発し、銅山・祖谷・鮎喰などの支流を合わせ、その集水面積は3,650 km<sup>2</sup>に達している。したがって流域内平均降雨量を2,600 mmとすれば、この水系における年間集水量は9,500 × 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>となる。しかし本川は徳島県にはいつて後、三好郡池田町附近から東流し、阿波郡林町岩津附近に至り、こゝを頂点として東へ向かつて細長く開けた三角洲平野を形成している。表流水もまたこれに応じて徐々に地下水に転化しており、直上の降雨とともに平野部に対し豊富な地下水を涵養している。特に右岸には夏季低温、冬季高温となることで知られている江川の湧泉があり、また左岸には第十堰上流から分流している旧吉野川が著しく蛇行した河道をそのまゝに残している。

岩津から下流側の本流平均勾配は1/1,200程度で、特にその下流部では著しく緩勾配であるうえに、南海道地震によって生じた地盤沈下のため塩水の湖上境界は本流筋にあつて河口から14km、また今切川筋では10km近くにまで及んでいる。したがって西日本のほかの地域と同様に、上流からは灌漑水利による制約を甘受しなくてはならないし、下流からは塩水の脅威を受けなければならないので、各種の用水源は自然と地下水に依存せざるを得ないという状態になっている。

幸い地下水は豊富であるが、これまた塩水の侵入する危険にさらされており、すでに臨海部の一部ではほとんど利用できないような程度にまで塩水化してしまつてい部分がある。このようにみれば、吉野川下流部一円の水の量的分布は一見きわめて豊富のようにみえるのであるが、その質的な面を考慮する場合には、利用可能な水分布はかなり縮小を余儀なくさせられる。

なおこの流域のうち広い範囲にわたつて、被圧面地下水が地下20~30m以深の厚い砂礫層中に含まれており、この上側を覆う連続性に富んでいる粘土層によつて自由面地下水と全く絶縁された関係にある。したがつて、両者の分布・性質の相違などはきわめて明瞭に区別できる。

#### 那賀川水系（小松島湾岸を含む）

那賀川はその水源を徳島・高知県境の立石山および颯山の麓に発しており、途中相当巨離にわたつて峡谷を形成するが、那賀郡富岡町茂谷附近から河床下に伏流を伴ない、さらに同町大野附近から下流にかけては、6,500町歩の水田を擁する典型的な三角洲平野をくり抜けば、最後に紀伊水道に注いでいる。流域面積は360km<sup>2</sup>、湧水量

10~12m<sup>3</sup>/秒程度であつて、塩水の湖上は河口から5kmの附近まで達しているが、兩岸地下水中への塩水の侵入はまだきわめて微弱で、灌漑用、飲料用に多数の掘抜井戸が利用されており、その表流は三角洲堆積層中への地下水供給源として大きく寄与している。現在那賀川総合開発事業の進展に伴ない、その表流量の調整が計画されているが、この計画は地下水保全のためにも有効適切なものでなければならぬ。

本川と吉野川との中間にある勝浦川は、湧水量2.4m<sup>3</sup>/秒の程度でその河川規模は小さいが、一応小松島市内の平野部の地下水と徳島市南部臨海低地帯における被圧面地下水とを涵養しており、特に小松島市内における右岸旧河道沿いの一帯には比較的良好・豊富な地下水が分布している。

これらの地域の大部分にわたつて吉野川流域の場合と同様に、被圧面地下水は地下20~30m以深の厚い砂礫層中にあり、この上側を覆う粘土層によつて自由面地下水と絶縁されている。しかし深井戸あるいはボーリング孔で平野中央部にあつて、この被圧面地下水を含んでいる砂礫層下側の不透水性岩盤にまで到達しているものは、小松島湾岸以外にはまだ存在していない。

### 4. 地下水利用の現況

徳島県は元来大河を擁しながら地下水利用度の高い県であり、すでに述べたように吉野川および那賀川下流には灌漑用の掘抜井戸群があり、吉野川下流にも水田用に被圧面地下水を利用する深井戸、また同じく中流には畑灌漑用に自由面地下水を利用する浅井戸群が認められる。上水道水源としては鳴門市が旧吉野川の表流水にその全水量の70%を依存しているほか、深井戸によつて給水を全うしているが、瀬戸水源と呼ばれる一部の補給水源井は和泉砂岩層中に掘鑿されている。また徳島市はその主水源を第十堰上流側右岸で吉野川の伏流を集水暗渠によつて捕集しているが、別に市街地数カ所に深井戸を有し、被圧面地下水も併用している。そのほか吉野川流域では脇町（伏流、調査地域外）・北島町（伏流）・小松島湾岸では小松島市の市上水道および市内一部の簡易水道水源（いずれも被圧面地下水を利用する深井戸）、那賀川流域では見能林村（深井戸）・橋町（支流桑野川の伏流）、そのほか調査地域外であるが日和佐町、牟岐町（いずれも被圧面地下水を利用する深井戸）・三岐田町・椿町（いずれも自由面地下水を利用する浅井戸）など、ほとんど大部分のものが伏流あるいは地下水によつて上水道を得ている。

さらに工業用水も一部分が上水道の給水を受けているほかほとんど地下水によつて得られている。調査票によ

る工場別工業用水調査結果によると、県内46工場の取水～揚水施設の全能力は最大 230,000 m<sup>3</sup>/日 であるが、実際の取得水量は昭和28年当時その40%に相当する100,000 m<sup>3</sup>/日弱の程度であり、さらにこの50%が東邦レーヨン株式会社徳島工場のみで占められているという実状であった。

1県 100,000 m<sup>3</sup>/日の工業用水取得量は全国的にみれば決して多量な部類には属さない。しかもその水分布の概略規模から推測すれば、なお相当の余裕が考えられるわけであり、地下水のみで今後さらに現在の取得水量の2倍程度は充分利用可能のように思われる。しかし場所によっては揚水の継続によつて塩水の呼び込みを助長する危険の大きな処もあり、また小松島湾岸では井戸干渉が問題となつたこともあり、さらに吉野川および那賀川

ば決して多量な部類には属さない。しかもその水分布の概略規模から推測すれば、なお相当の余裕が考えられるわけであり、地下水のみで今後さらに現在の取得水量の2倍程度は充分利用可能のように思われる。しかし場所によっては揚水の継続によつて塩水の呼び込みを助長する危険の大きな処もあり、また小松島湾岸では井戸干渉が問題となつたこともあり、さらに吉野川および那賀川

第1表 主要工場用水源の概況

| 工場名            | 所在地    | 工場種別<br>主要製品名 | 水源別           | 取水あるいは<br>(鑿井)深度<br>(m) | 井戸孔径<br>(吋) | 井戸<br>本数 | 水温<br>(°C)   | 主要な用途      | 使用水量<br>(最大)<br>m <sup>3</sup> /日 |
|----------------|--------|---------------|---------------|-------------------------|-------------|----------|--------------|------------|-----------------------------------|
| 東邦レーヨン<br>徳島工場 | 板野郡北島町 | スフ紡           | 地下水<br>地表     | 33~66<br>—              | 12~15<br>—  | 18<br>—  | 17~17.5<br>— | 温調用<br>汽缶用 | 50,000                            |
| 東洋紡績<br>小松島工場  | 小松島市   | 綿紡            | 地下水           | (28.5~48.5)             | 6~14        | 4        | —            | 温調用        |                                   |
| 日本資料工業         | 徳島市    | 飴・葡萄糖         | 〃             | (16~50)                 | —           | 5        | 17.5         | —          | 7,000                             |
| 阿波製紙           | 〃      | 和紙・模造紙        | 〃             | (61)                    | 12          | 1        | 18.0         | —          | 2,800                             |
| 志摩産業           | 〃      | ソーダ・パルプ       | 〃             | (60)                    | —           | 1        | 16.7         | —          | 2,000                             |
| 森永乳業           | 名西郡高原村 | 煉乳・粉乳・バター     | 〃             | (60)                    | —           | 3        | —            | 水洗・雑用      | 1,450                             |
| 日新酒類           | 徳島市    | 酒・焼酎・酒精       | 〃             | (60)                    | 4           | 2        | 15.0         | —          | 1,600                             |
| 真鍋製紙           | 小松島市   | —             | 〃             | (36.5~60.5)             | 10~12       | 2        | —            | —          | 900                               |
| 笹賀製薬           | 板野郡松茂村 | 工業用乳酸         | 〃             | —                       | —           | 15       | 16.5~17.0    | —          | 230                               |
| 小松島<br>火力発電所   | 小松島市   | —             | 別に海水の<br>使用あり | (20~30)                 | 6           | 3        | —            | 汽缶用・<br>雑用 | 20                                |

第2表 吉野川・那賀川両水系流域所在の上水源の概要

| 水源地    | 水源の種類  | 井戸(取水)深度<br>(m) | 井戸<br>孔径<br>(吋) | 水温<br>(°C) / 水比抵抗<br>Ω-cm | 揚水量<br>m <sup>3</sup> /日 | 備 考   |
|--------|--------|-----------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|---|
| 鳴門市瀬戸  |        |                 |                 |                           |                          |   |
| 1号井    | 被圧面地下水 | 60              |                 | 18.4/3,800                | 600                      | { 和泉砂岩中の地下水, 相互に<br>干渉している  |
| 2号井    | 〃      | 60              |                 | 17.6/4,600                |                          |   |
| 鳴門市北島  |        |                 |                 |                           |                          |   |
| 主水源    | 旧吉野川表流 |                 |                 |                           | 3,000                    | { ほかに伏流水源水位降下 1.2<br>m, 別に新井1あり   |
| 井戸     | 被圧面地下水 | 55              | 12              | 17.5/3,550                |                          |   |
| 北島町    | 旧吉野川表流 |                 |                 |                           |                          | 旧軍用施設   |
| 徳島市第十堰 | 吉野川伏流  |                 |                 | 19.1/8,600                | 13,500                   | 集水暗渠による   |
| 徳島市蔵本  | 被圧面地下水 | (13.3~21)       | 16              | 17.0/10,000               | 13,000                   | { 最大 4,500 m <sup>3</sup> /日, 鑿井当時<br>揚水水位 6 mで3,500 m <sup>3</sup> /日,<br>現在 7.7 mで3,000 m <sup>3</sup> /日 |
| 徳島市佐古  |        |                 |                 |                           |                          |   |
| 1号井    | 〃      | (19.3~23.4)     | 〃               | 16.4/7,500                | 3,700                    | 相互に干渉しあり  |
| 2号井    | 〃      | (19.4~23.4)     | 〃               | 16.7/8,500                |                          |   |
| 3号井    | 〃      | (18.8~22.7)     | 〃               | 16.9/8,850                |                          |   |
| 小松島市   |        |                 |                 |                           |                          |   |
| 1号井    | 〃      | 34.8            | 14              | —                         |                          | { 径 5 m, 深度 6~7 mの取水<br>井あり   |
| 2号井    | 〃      |                 | 14              | —/1,100                   |                          |   |
| 見能林村   | 〃      | (27~35)         | 4               | 17.1/6,200                | 1,340                    | { 自噴高 1.4 m, 水位降下 1.55<br>m <   |

下流部では今後の地下水利用量の増加によって灌漑用の井戸群との競合も考えられる関係上、地下水保全の対策・井戸利用規模の決定などについては、工業用水道計画の促進と併行して十分な関心が払われなければならない。

なお調査地域内における主要工場および上水道水源の概況を示すと、第1表および第2表ようになる。

5. 容水地盤の規模

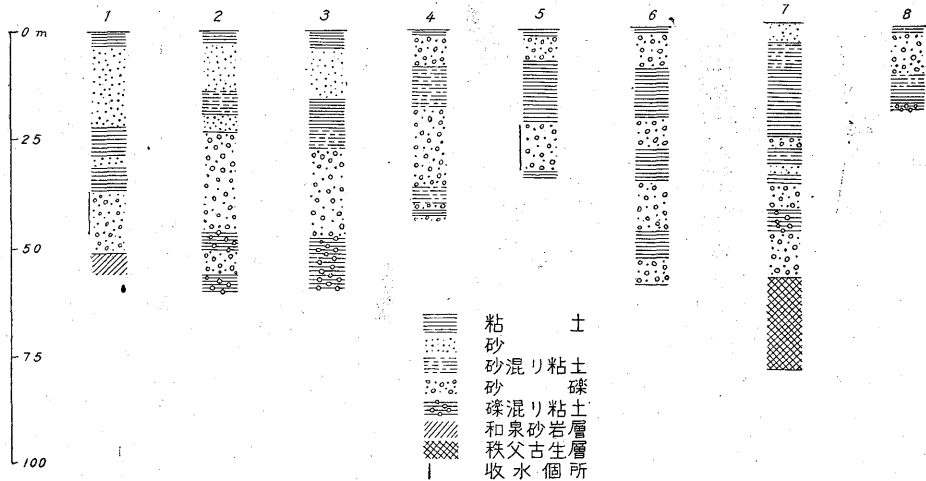
吉野川流域

吉野川の左岸側には和泉山脈を構成する和泉砂岩層、右岸側には四国脊稜山脈を構成する緑色片岩・千枚岩および黒色片岩が分布し、この両者は中央構造線によつて接している。兩岸山麓部には若干の厚さの洪積層が段丘

を形成して分布しているが、これらは平野部沖積層下側にも続いているものと考えられる。

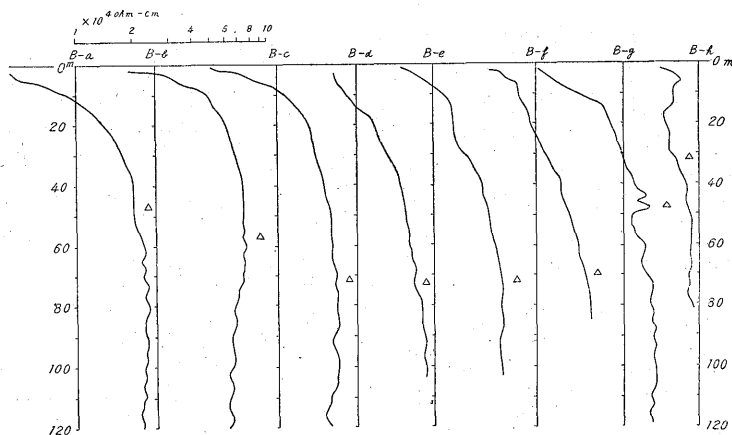
東邦レーヨン株式会社徳島工場の18本の深井戸の鑿井地質断面では、ほとんど一様に地下20mまでの間に砂層が連続しており、この下側に約10mの厚さの粘土層があり、以下30~50mの間に砂礫層が発達している。また旧吉野川左岸に位置する鳴門市上水道水源井では深度38mまでの間おもに砂層が分布し、これより深部が砂礫層となつている。

吉野川流域平野を南北に横切るようにして選定したA・B・C・D・E・F・GおよびHの合計8測線上に69測点の四極比抵抗法による電気探査を行つて得られた比抵抗曲線の判読結果によると、全体として次の4層が

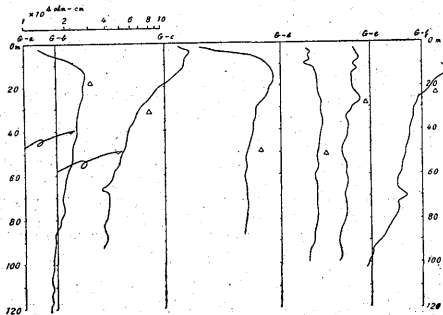


第2図 徳島県内における鑿井柱状地質断面図

- 1. 鳴門市齊田・縣足袋工業同組合染色工場
- 2. 東邦レーヨン K.K. 徳島工場 No. 3
- 3. 東邦レーヨン K.K. 徳島工場 No. 7
- 4. 小松島市小松島中学校水位観測井
- 5. 小松島市上水道
- 6. 小松島市眞鍋製紙 K.K.
- 7. 小松島市金磯ボーリング孔
- 8. 富岡町中野島支所水位観測井



第3図 吉野川流域平野における電気探査B断面(第1図参照)を示す比抵抗曲線  
△は沖積層・洪積層(上)と下盤不透水層(下)との境界面の推定深度



第4図 吉野川流域平野における電気探査 G 断面を示す比抵抗曲線図(第1図および第2図参照)

区別できる。

- 第1層—見掛け層比抵抗が 4,000~5,000  $\Omega\text{-cm}$  から 40,000~50,000  $\Omega\text{-cm}$  に変化する沖積砂礫層
- 第2層—見掛け層比抵抗の低い粘土層、ただしこれは不明瞭な場合もある。
- 第3層—見掛け層比抵抗 10,000~20,000  $\Omega\text{-cm}$  の砂礫層(洪積砂礫層と推定される)、ただし旧吉野川流域では漸次低下し、5,000~6,000  $\Omega\text{-cm}$  台に下がる。
- 第4層—見掛け層比抵抗 20,000~30,000  $\Omega\text{-cm}$  で、不透水性の片岩あるいは千枚岩類と推定される。ただし各測線ともその北寄りの一部の測点にあつては 5,000~10,000  $\Omega\text{-cm}$  を示し、概して不透水性の和泉砂岩層に相当する地層がこれに該当するものと推定される。

このうち第1層は、測線BおよびDにあつては吉野川本流河敷附近で厚さ15~20m、また測線Eにあつては吉野川左岸一条町西条附近で厚さ10mを示し、それぞれ各測線中の最も厚い部分となつている。また第2層は必ずしも明瞭でないが、少なくとも測線AおよびBでは10~15m程度の厚さでよく連続しているのが分る。第3層は測線Aを除いて、20,000  $\Omega\text{-cm}$  台あるいは 30,000  $\Omega\text{-cm}$  台を示している。A測線のみや、低く、特にその北寄りにあつては 4,000 ~ 5,000  $\Omega\text{-cm}$  台にまで下がっているが、これはこの層のなかに塩水が混入してきているためであろう。第4層は一般に増減の変化のない比抵抗曲線で示されている。たゞ測線Aにあつては測点 f と g との間(第1図参照、同図では本文に示す以外の測点は省略してある。以下同じ)、測線Bにあつては測点 g と h との間、測線CおよびDにあつてはそれぞれ f と g との間、測線Eにあつては測点 e と f との間、また測線Gにあつては測点 d と e との間を境界として、いずれもその南側の部分に限られており、これより北側の部分では、層比抵抗 5,000 ~ 10,000  $\Omega\text{-cm}$  とかなり急激に変化する。讃岐山脈を構成している和泉砂岩層の層比抵抗は 10,000  $\Omega\text{-cm}$  前後であつて、ほぼこれに該当する

ものとみなすことができる。したがつてこの場合には上述の層比抵抗にみられる不連続線は、中央構造線に概略相当するものとなり、その平野堆積物下における位置を暗示しているものと推定される。もしこの推定が正しいとすれば、同構造線は和泉山脈の山麓から南に向かつて1,000~1,500 m 距つた所をN75°Eの方向に通過していることとなる。第4層の大部分は透水性の低い岩盤であり、これに到達する深度、すなわち第1、第2および第3層からなる容水地盤の厚さは、測線Aを除いて70~80m前後が最大で、いずれも吉野川本流河道直下で最も厚くなつている。測線Aでは基盤到達深度が充分明らかでないが、少なくとも100m以上に達しているように思われる。また基盤到達深度の最も浅い測線H(第1図参照)では南側に片岩類、北側に和泉砂岩層が分布し、この上に厚さ40mの砂礫層が重なつている。

いまかりに吉野川流域平野(岩津附近より下流の部分)の容水地盤の平均の厚さを42mとし、鑿井地質断面から粘土(可採水含有率0%)、砂(同25%)、砂礫(同20%)各12m、粘土混り砂礫(同15%)6mの割合で全体が構成されているとすると、その地下水貯溜可能空隙の総容積は、 $1,134 \times 10^6 \text{m}^3$  となる。この試算値に相当する水量は現在の地下水利用量1年分のおよそ30倍に相当し、また年雨量を平均2,000 mmとした場合吉野川流域全体の年間降水総量の1/7に近い値となる。しかし測線A以東の臨海部では容水地盤の厚さはさらに厚くなると思われるから、実際の地下水貯溜可能量はもう少し大きくなるであろう。

#### 那賀川流域

那賀川は結晶片岩および古生層からなる山地から脱出後は少なくとも数10mの厚さの堆積を行つている。那賀川流域における20測線の電気探査のうち、那賀川を南北に横切る測線Kにあつては、那賀川河道附近で層比抵抗 40,000 ~ 50,000  $\Omega\text{-cm}$  を示す砂礫層が地下40m前後の深さまで推定される。なおこれ以深の部分では10,000  $\Omega\text{-cm}$  台の低い層比抵抗が示されている。またこれより下流に向かい約5 km 距つている国鉄牟岐線鉄橋附近にあつて南北方向に選定した測線Lでは、基盤と推定される部分への到達深度が北方に至るほど深くなつており(例えば測点 a で65m前後)、南へ向かうに伴ない浅くなる形をして層比抵抗 10,000  $\Omega\text{-cm}$  台の古生層に移つている。同様に東方に位置する見能林村における測線 L' においても、砂礫層は30m前後が最大の厚さで、これ以下には 10,000  $\Omega\text{-cm}$  の古生層が推定される。

那賀川流域では一般に鑿井地質断面が乏しいので地下水質を推定することが正確にはできないが、かりに容水地盤の平均の厚さを40mとして可採水含有率20%の砂礫

層がその70%を占めているとすると、下流平野部50km<sup>2</sup>の部分の地下水貯溜可能な空隙総量は 280×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>となり、年雨量2,500 mmとした場合那賀川流域全体の年間降水総量の 1/8弱となる。

勝浦川流域

小松島湾岸から徳島市の南部にかけての一带は勝浦川の下流にあたっており、その堆積物が主要な容水地盤を構成している。このうち右岸旧河道沿いの小松島湾岸平野部にあつては鑿井あるいはボーリングによる地質断面17が得られている。それによると粘土層の厚さには若干の変化もあるが、この粘土層の存在によつて上位に分布する厚さ10m弱の砂礫層と下側20~25m以深の部分に分布する砂礫層とが明瞭に区分できるようになっている。小松島市内における40測点の電気探査の結果を、基盤岩に到達したボーリングの地質断面を基準として解釈すると、全体として基盤到達深度が45~60m程度の部分が広く分布しており、これより深部は 10,000 Ω-cm 台、まれに 20,000 ~ 30,000 Ω-cm 台に達する古生層の岩盤となつており、以浅の部分に 20,000 Ω-cm 台の砂礫質堆積層が分布している。ただしこの堆積層中海水の侵入を受けた部分では層比抵抗は4,000 ~ 5,000 Ω-cm 前後にまで下がっている。

なお勝浦川河口附近の平野部にあつては、徳島市大松所在の勝占上水源予定地のボーリング孔の地質断面があるが、一般に基盤到達深度が浅く、大量の地下水貯溜ができる余裕はみいだされない。

註) 地質断面16カ所のうちには当所が行つたボーリング1カ所が含まれている p. 9 参照)。

なお以上の電気探査の結果はおもに徳島大学のメガーによるものを解釈したものであるが、一部分当所のギッシルニーによる測定結果も含まれている。

6. 地下水理

6.1 吉野川流域

吉野川流域にあつて表流・湧泉および既設井2,100カ所について、水比抵抗法による調査結果を、自由面地下水および被圧面地下水に分け、等値線で示したものが第5図である。これらの水比抵抗の測定値のうち、徳島市、旧吉野川筋下流部、江川湧泉附近および林町岩津附近(第1図説明参照)は昭和29年2月~3月、そのほかの地区は同年7月~8月に測定されており、さらに同年11月に一部が重複補測されている。

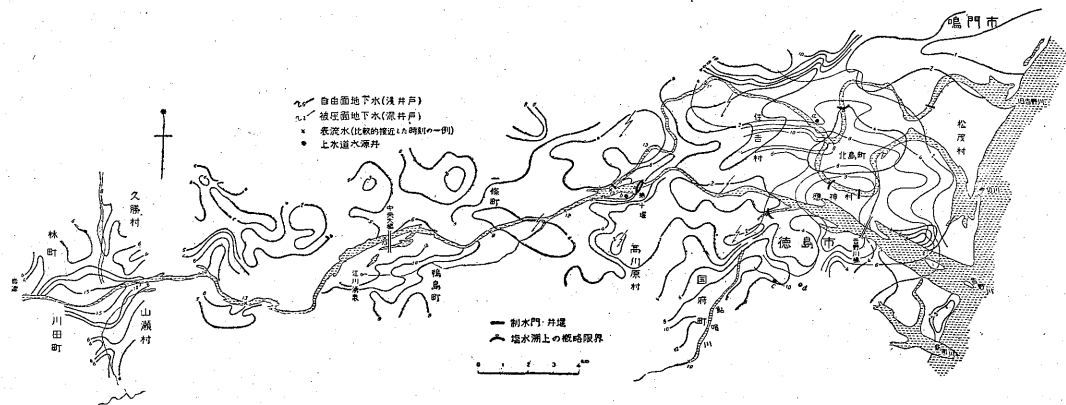
自由面地下水(手掘井戸および打込井戸による)

上流部の阿波郡林町岩津の東方、久勝村(左岸)あるいは麻植郡山瀬町および川田町(右岸)では、表流は両岸に向かつて相当量が滲透している。これから下流の江川の湧泉附近ではその脊面にあつて吉野川がさらに多量の表流を伏没させており、その大部分は地下水となつて右岸東方に延びる強力な透水帯を形成しており、一部は地表に湧出している。この透水帯は鴨島町を通過し、遙か下流の名東郡高川原村にまで達している。いまかりにこの透水帯を江川透水帯と呼ぶこととする。

また第十堰左岸、吉野川本流と旧吉野川とに挟まれた楔状の部分には、さらに強力な表流の滲透がみられる。この滲透水は楔状地帯から東に向かい舌状にのびる透水路を形成し、板野郡住吉村・北島町一円の被圧面地下水を涵養している。

第十堰下流右岸では吉野川表流が逆に地下水によつて供給される傾向にあり、さらにこれから下流の部分では表流の伏没する有力な地点はない。

吉野川の支流鮎喰川は名東郡国府町延明附近から河床下に伏流を形成しており、この伏流の一部は地下水とな



第5図 吉野川流域地下水水比抵抗等値線(測点数2,100) 図  
単位×10<sup>3</sup>Ω-cm a. 鳴門戸北島水源 b. 徳島市第十水源 c. 徳島市蔵本水源 d. 徳島市佐古水源

つて鮎喰川左岸国府町一円に扇形に拡がるが、一方右岸側に向かつて徳島市蔵本附近に向かつて透水帯を形成し、徳島市西部および北部の良水地帯の水源となっている。

なお旧吉野川筋では一般に地下水流動が緩慢で、特にその左岸では塩水の侵入を示す低い水比抵抗の部分(概略2,000 Ω-cm, クカール, 含有量 200mg/l 程度に相当する部分)が海岸線から遙かに奥深くまで侵入している点が目立っている。

**被圧面地下水** (打込井戸, 掘抜井戸および深井戸管井による)

比較的連続性に富む厚い粘土層の下側に分布している地下水がある。この地下水を収水している掘抜井戸(おむね深度20m以上の)の分布が限られている関係上, 上流部では詳細にはわからない。

板野郡北島町および住吉村附近では前述の舌状の透水帯が東西方向に認められ, その供給源は第十堰上流の吉野川表流に関連する自由面地下水と推定される。既存の資料によれば第十堰附近における吉野川の漏水量は18 m<sup>3</sup>/秒以上を算しており, 後述するように今次の縦断方向流量変化の調査結果によれば19.7m<sup>3</sup>/秒の伏没・滲透が推定でき, この透水帯に向かつて供給される地下水量は相当大きなものとなる。いまかりにこれを住吉透水帯と呼んでおく。このほか吉野川橋上流側の吉野川と旧吉野川との接近部である板野郡応神村古川および中原附近には, 著しく水比抵抗の高い(9,000 ~ 10,000 Ω-cm 台の)部分があり, この部分は吉野川の下を潜って対岸徳島市北部にまで連らなっている。一般に吉野川筋では背面からの供給が比較的豊富なため, 河口近くまで塩水の混入している割合は低いが, 旧吉野川筋では背面からの供給が既してにぶいため, その下流部では自由面地下水と同様にかなり著しく塩水を混じっている。

**自噴帯**

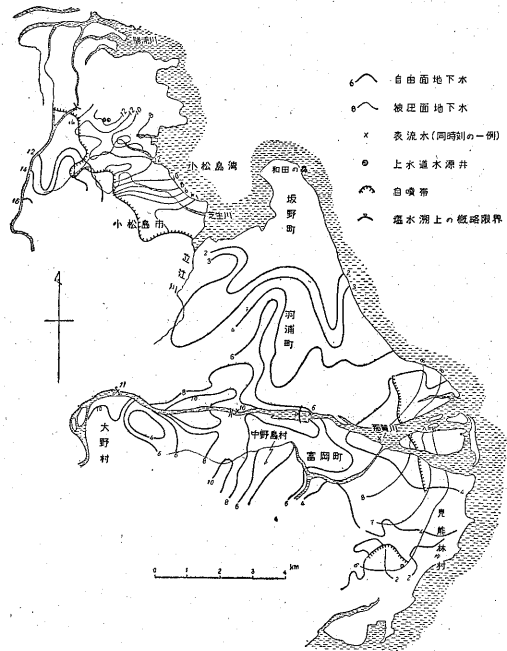
吉野川下流部には自噴帯が発達しており, 飲料用・灌漑用としての掘抜井戸が多数存在する。これらはいずれも1.5~2吋程度の小孔径のもので, 深度おむね45m程度であるが, 一帯に潮の干満により特に著しい圧力面の昇降がみられる。すなわち1日のうち満潮時を中心とする数時間は自噴し, 干潮時を中心とする数時間には自噴しなくなる部分が広い範囲にわたって分布している。

このようにして干満差によつて生じる被圧面地下水の圧力面の変化は, 板野郡大津村中江附近で0.7m, 北島町北村附近で0.5m, 徳島市川内町榎瀬附近で0.6m, また応神村久木および中原附近で0.15mが認められる。これらは掘抜井戸の上に設けられた口径0.75~1m前後の集水槽中で4変化であり, 掘抜井戸直接のものではないが

概略の傾向は示されているものと思われる。また潮汐の大小により季節的に変化するわけであり, 影響の到達時間などとともに詳細にこれらの関係を示す記録はない。しかし応神村中原附近では海岸線からは6km以上距つているが, 吉野川本流および旧吉野川両方を通じての潮の上下を考慮すれば, きわめて短時間のうちに圧力の変化が掘抜井戸の水面に影響を現わすものと推測される。

**6.2 那賀川流域**

那賀川流域平野部において水比抵抗法により700カ所の表流および既設井を調査した結果を自由面地下水および被圧面地下水に分けて等値線を示したものが第6図



第6図 那賀川流域・小松島湾岸地下水水比抵抗等値線 (測点数 1,100) 図  
単位×10<sup>3</sup>Ω-cm

(小松島湾岸の分をも含む)である。那賀川右岸は昭和29年2月, 左岸は同年8月に測定しており, 同年11月に一部の補測を行つている。

**自由面地下水**

那賀郡富岡町上大野および稲田附近(右岸), 羽の浦町岩脇附近(左岸)とに那賀川表流が伏没するのがみられ, 一部は側面へ滲透して地下水となるが, 大部分は河床下の伏流となっている。上大野附近では滲透後の地下水は右岸山麓沿いに延びる透水帯となり, 那賀川の支流岡川の水を涵養しているものと推定される。また稲田・岩脇附近で両側に滲透した地下水のうち, 左岸側では羽の浦町を南西から北東に貫ぬいて延びており, 右岸側では河床下の伏流とともに南東東の方向に延び, 富岡町柳



島附近から同町東部、見能林村石橋、同牛屋崎および同古林を連ねる方向に強力な透水帯を形成している。那賀川下流ではまだ著しい塩水の混入を生じていないが、北方坂野町一円には海岸からかなり奥深くまで塩水が侵入している。

#### 被圧面地下水

平野内上流部では掘抜井戸の分布が少ないため詳細は明らかでない。下流部では富岡町中野島附近で左岸へ向かって押し出している地下水は左岸一円の被圧面地下水を供給しており、また河床下を伝って東へ向かう伏流の一部は岡川合流点附近で右岸へ向かって被圧面地下水の供給源にもなっている。見能林村一円の自噴性被圧面地下水はこの透水帯の一環にあたっている。たゞし見能林村の海岸寄りの一部では自由面地下水・被圧面地下水ともに、2,000  $\Omega$ -cm 台以下の低い水比抵抗を示しており、塩水の混入が顕著にみられる。

#### 自噴帯

那賀川河口に小面積の自噴帯が認められる。自噴帯の消長については明瞭でないが、おそらく地盤の沈下に伴ってかなり縮小し、現在の状態に至っているものと思われる。潮汐の干満差との関連については充分具体的な記録がない。

### 6.3 小松島湾岸平野

#### 地下水温

自由面地下水の水温は昭和29年6月当時、13.5~16.5°Cで勝浦川沿いの一帯では13.5~15.0°Cを示しており、下流側に向かうに伴って高温となっている。これに対して被圧面地下水は概略15.5~18°Cで、局部的に19°C台の値を示しているものがある。自由面地下水のうち水温14~15°Cの低温帯が旧勝浦川沿いに東西に連なっており、その延長方向に被圧面地下水の15.5~16.0°C前後を示す部分があり、水比抵抗の変化とよく一致している。

この低温帯の延長は小松島市の市街地中央を横切つて海岸まで達している。そしてその両側では北および南に向かつて自噴井の水温が規則的に増加する傾向を示しているのが目立っているが、市街地西方小松島市上水道水源附近には局部的に18.5°C前後を示す自噴井があり、また小松島市弁財天附近にも19.5°C前後の不規則な水温分布を示すところがある。

#### 水比抵抗

昭和29年6月、湧水、既設井など400カ所の測定を行った結果が第6図の一部、小松島市の部分に示してある。

地下水の水比抵抗は水温分布と類似の傾向を示している。自由面地下水の場合には全体として10,000~20,000  $\Omega$ -cm で、被圧面地下水の場合は芝生川河口附近を除

き概略5,000~15,000  $\Omega$ -cm 程度を示している。

勝浦川右岸および小松島市南部の山麓沿いの旧河道には15,000~20,000  $\Omega$ -cm 台の自由面地下水が帯状に分布し、その延長方向に14,000~15,000  $\Omega$ -cm を示す自噴井があり、これらは臨海部に至つてもなお12,000  $\Omega$ -cm 台を下がらない。清浄ヶ池の湧泉（湧出量約12,000~15,000  $m^3$ /日）もこの透水帯の上であり、芝生川の水を涵養している。また市の北部山麓沿いには別に勝浦川表流の涵養している小規模の透水帯があり、東洋紡績、真鍋製紙などの工場用水約12,000  $m^3$ /日が揚水されている。この線上に東洋紡績株式会社小松島工場附近から海岸にかけて6,000  $\Omega$ -cm 台の低い水比抵抗を示す部分がある。

小松島市弁財天——芝生を連ねる線以南にあつては、鉄およびグロールを多量に含む地下水が200~800  $\Omega$ -cm 程度の水比抵抗を示して分布し、このすぐ北側には3,000~4,000  $\Omega$ -cm 台の地下水が接して分布しており、この両者の関係はかなり急激に変化する特徴をもっている。

#### 自噴帯

小松島湾岸にはかなり広い範囲にわたって自噴帯が発達している。こゝでは潮汐の干満による影響は少なくとも海岸線から2km程度内側まで及んでおり、これら自噴帯のなかに分布する自噴井の自噴を干潮時には弱らせたり、停止させたりする。これらの詳細な関係については小松島市において調査を行ったことがあるが、全体として深井戸揚水量の増加に伴ない自噴圧の減少を生じている事実は否定できない。

註] 上述の水比抵抗の測定は、小松島湾岸の分を除いて大部分が徳島大学久保田敬一・久野武夫氏らの手によつて行われており、自由面地下水と被圧面地下水との識別に若干疑問の点があつたが、これらについては現地補測を行うとともに、測定結果全体についても一部の修正を行っている。したがって細部については別として、大局的には著しい誤りはないと考えられる。なお季節的变化として表流・自由面地下水の一部などについては水比抵抗の値の増減がありうるので、それぞれ本文中にその測定年月が示してある。本文中その他の箇所における水比抵抗についての数値もそれぞれの測定時期のものとして解されたい。

なお小松島市金磯に深度45mの掘抜井戸があり、昭和27年同市がこの近くに新たにボーリングを行い、水温18~18.5°C、クロール1,100~1,400mg/l、ナトリウム430~530mg/l、鉄15~18mg/lの自噴性地下水を得たので、当所の受託調査の一部としてこのボーリング孔を掘り下げ、さらに深層の探査を行った。

この附近は塩水混入地帯であるから、当然深部にも塩水層が存在すると予想されたが、掘鑿の結果は45m附近の帯水層はむしろ上位の帯水層よりも良質のものであり、秩父系古生層中の珪岩・粘板岩層中の深度

第3表 小松島市金磯の昭和29年地質調査所4吋ボーリング孔の深度別地下水水質

| 深度 (m) | RpH     | Cl <sup>-1</sup> (mg/l) | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mg/l) | Ca <sup>+2</sup> (mg/l) | Mg <sup>+2</sup> (mg/l) | 全鉄 (mg/l) | 水比抵抗 (Ω-cm) | 水温 (°C) | 備考                                   |
|--------|---------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|-------------|---------|--------------------------------------|
| 30     | (pH7.6) | 1,340                   | 149.5                                | 244.5                   | 72.1                    | 15        | 300         | 18.1    | 16間層に相当する。自噴量 25 l/分                 |
| 43~48  | 6.9     | 320                     | 92                                   | 28                      | 12                      | 0.4       | 700         | 19      | 28間層に相当する。自噴量裸孔 80 l/分, 鉄管挿入後 50 l/分 |
| 75     | 6.7     | 6,300                   | 920                                  | 179                     | 265                     | 3         | 70          | 23>     | 水温は正確に測定できない。自噴量 10 l/分              |

\* 試料は昭和29年6月採取。分析: 技術部化学課

75m前後の地下水の方が遙かにクロールに富む地下水であることが判明した。掘り止めの後の自噴状態などからみれば、45m層の地下水は潮汐による湧出量の変化がなく、75m層の地下水にその変化がみだされて

いる。  
31m層を含め、帯水層ごとの地下水の水質を示すと第3表の通りである。

7. 塩水の侵入

徳島県は南海道地震に伴う著しい地盤沈下地帯であり、吉野川では第十堰直下まで、また旧吉野川および今切川では両者の分流点の少しく下流地点まで塩水が遡上している。したがって地下水もまた広範囲に塩水の混入を生じており、この観点のみからすれば、臨海部の地下水の工業用水としての利用は一部の雑冷却用以外不相当であり、また場所によつては現在ではまだ淡水であるが揚水量の増加に伴ない容易に塩水を呼び込む可能性のあるところがある。東邦レーヨン株式会社徳島工場(板野郡北島町高房所在)は、深度60mの深井戸18本により被圧面地下水を揚水、利用しているが、そのクロール含有量および水比抵抗などを調査すると、同工場の北東角より徐々に塩水が侵入してきているという状態が推定できる。この根本的原因は地盤沈下であり、また直接の原因は集団井戸群による大量揚水にあることは概略推定できるが、いずれにしても嚴重な警戒を要する段階にある。

このような実例からみても、自由面地下水・被圧面地下水ともに臨海部における水比抵抗 2,000 Ω-cm 以下の低い水比抵抗の部分は確実に塩水混入地帯と断じてさしつかえないと考えられる。このような地帯あるいはこれに接している地帯においては、浅井戸、深井戸ともに地下水利用を推奨することはできない。

なお徳島市南部の勝浦川河口から新町川沿岸にかけての低地帯は、一部の被圧面地下水を除いてほとんど塩水侵入他帯とみなされる。

8. 表流による地下水供給

水比抵抗法をはじめとして種々の調査結果から推定さ

れた表流の地下水涵養地帯を挟んで、その上下で表流量測定を行い、求められた減少量から地下水供給量の概略を知る目的の下に、昭和31年2月、冬の湧水期を利用し、吉野川水系18断面(そのうち吉野川本流9断面、旧吉野川江川、飯尾川各3断面)および那賀川9断面について流量測定を行った。流速計としてプライス電音式3台を用い、従来の方法による重複同時測定を採用したが、また別に吉野川流域については、鴨島町江川附近から石井町天神に至る間、自由面地下水を対象として表流水位26測点、既設井87点を選び水位の水準測量をも併せて行った。幸いこれらの調査期間中は測定結果に影響を与えるほどの降雨はなく、河川水位は概略低水位に近く保たれていた(既設・仮設の量水標による水位の記録、降雨量など省略)。

流量測定結果は第4表(吉野川水系)および第5表(那賀川水系)に掲げるが、水位測量そのほかの調査結果をも勘案・総合すると、両水系における表流の伏現、地下水との交渉関係は次のように纏められる。

吉野川水系本流筋

- a) 阿波郡林町岩津地先から麻植郡川島町桑村地先に至る区間では増加
- b) 桑村地先から阿波郡八幡町地先に至る区間では約 5.3m<sup>3</sup>/秒の減少。右岸鴨島町に向かう江川透水帯にも供給されているものと推定される。
- c) 八幡町地先から中央大橋に至る区間では、左岸に扇状地からの地下水の流入、善入寺川に沿う本流筋伏流の還元などがみられ、右岸側への滲透量を上廻り、全体としては増加の傾向を示す。
- d) 中央大橋から一条橋に至る区間においては、約 5 m<sup>3</sup>/秒の減少。
- e) 一条橋から高瀬橋までの区間では、6.06m<sup>3</sup>/秒の増加。
- f) 高瀬橋から第十堰に至る区間においては、19.7 m<sup>3</sup>/秒の減少、この一部は河床下の伏流となり、また一部は右岸、徳島市上水源などへ供給されるが、別に旧吉野川分岐点附近から東に向かう住吉透水帯に大量の供給

第4表 徳島県吉野川筋流量表

| 番号 | 測定場所         | 測定日時  | 天候 | 測定流量<br>(m <sup>3</sup> /秒) | 流量差(m <sup>3</sup> /秒) |        | 水面幅<br>(m) | 最大深<br>(m) | 断面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 河床<br>状況 | 両岸の状況 |     | 備考         |
|----|--------------|---|----|-----------------------------|------------------------|--------|------------|------------|--------------------------|----------|-------|-----|------------|
|    |              |   |    |                             | 増                      | 減      |            |            |                          |          | 左岸    | 右岸  |            |
| 1  | 美馬郡穴吹町成所地先   | 31. 2. 23<br>14 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> ~16 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> | 晴  | 35.376                      |                        |        | 88.50      | 1.60       | 59.050                   | 礫        | 高水敷   | 岩盤  | 吉野川        |
| 2  | 麻植郡山瀬町瀬詰渡    | 31. 2. 23<br>13 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> ~16 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> | 〃  | 39.255                      |                        |        | 45.20      | 2.15       | 44.370                   | 〃        | 堤防    | 高水敷 | 右岸支流川田川の流入 |
|    |              |   |    | 0.401                       | 3.879                  |        | 10.50      | 0.18       | 1.225                    | 〃        | 高水敷   | 〃   |            |
| 3  | 〃 学島村学島橋     | 31. 2. 23<br>13 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> ~16 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> | 〃  | 41.844                      | 2.188                  |        | 79.00      | 1.39       | 57.718                   | 〃        | 〃     | 〃   | 吉野川        |
|    | 〃            | 31. 2. 24<br>11 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> ~13.00 <sup>m</sup>              | 〃  | 41.521                      |                        |        | 79.00      | 1.39       | 61.600                   | 〃        | 〃     | 〃   | 〃          |
| 4  | 〃 川島町桑村近久地先  | 31. 2. 24<br>11 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> ~13 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> | 〃  |                             | 2.141                  |        | 57.60      | 1.65       | 49.413                   | 〃        | 〃     | 堤防  | 〃          |
| 5  | 阿波郡八幡町八幡渡    | 31. 2. 24<br>11 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> ~13 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> | 〃  | 38.378                      |                        | 5.294  | 80.00      | 1.90       | 70.200                   | 〃        | 堤防    | 高水敷 | 〃          |
|    | 〃            | 31. 2. 25<br>9 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> ~11 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>  | 〃  | 36.925                      |                        |        | 80.00      | 1.90       | 69.600                   | 〃        | 〃     | 〃   | 〃          |
| 6  | 〃 柿島村中央大橋    | 31. 2. 25<br>12 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> ~15 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> | 〃  | 43.264                      | 6.339                  |        | 154.00     | 0.84       | 72.410                   | 〃        | 〃     | 〃   | 〃          |
| 7  | 板野郡一条町一条橋    | 31. 2. 25<br>11 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> ~14 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> | 〃  | 38.271                      |                        | 4.993  | 69.00      | 3.60       | 121.700                  | 〃        | 〃     | 〃   | 〃          |
|    | 〃            | 31. 2. 26<br>10 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> ~13 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> | 〃  | 36.031                      |                        |        | 69.00      | 3.60       | 119.440                  | 〃        | 〃     | 〃   | 〃          |
| 8  | 名西郡藍畑村高瀬橋    | 31. 2. 26<br>12 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> ~14 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> | 〃  | 42.093                      | 6.062                  |        | 89.50      | 1.77       | 118.472                  | 〃        | 高水敷   | 〃   | 〃          |
| 9  | 板野郡高志村下六条    | 31. 2. 26<br>11 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> ~13 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> | 〃  | 22.424                      |                        | 19.679 | 205.00     | 2.60       | 299.250                  | 砂        | 堤防    | 〃   | 〃          |
| 10 | 板野郡高志村佐藤塚    | 31. 2. 28<br>13 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> ~15 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> | 晴  | 32.528                      |                        |        | 32.50      | 1.40       | 32.825                   | 礫        | 堤防    | 堤防  | 旧吉野川       |
| 11 | 〃 藍園村藍園橋     | 31. 2. 28<br>13 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> ~15 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> | 〃  | 31.067                      |                        | 1.461  | 31.00      | 1.75       | 38.580                   | 〃        | 〃     | 〃   | 〃          |
| 12 | 〃 板西町川端大橋    | 31. 2. 28<br>13 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> ~15 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> | 〃  | 35.095                      | 4.027                  |        | 45.20      | 2.44       | 53.130                   | 砂, 泥     | 〃     | 〃   | 〃          |
| 13 | 麻植郡鳴島町彌生橋    | 31. 2. 29<br>10 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> ~11 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> | 晴  | 0.325                       |                        |        | 6.60       | 0.33       | 1.290                    | 砂        | 堤防    | 堤防  | 江川         |
| 14 | 名西郡牛島村牛島附近   | 31. 2. 29<br>10 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> ~10 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> | 〃  | 0.167                       |                        | 0.158  | 12.70      | 0.17       | 1.185                    | 小礫       | 〃     | 〃   | 〃          |
| 15 | 〃 藍畑村西覚園江川水門 | 31. 2. 29<br>10 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> ~10 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> | 〃  | 0.125                       |                        | 0.042  | 3.00       | 0.28       | 0.630                    | 〃        | 〃     | 〃   | 〃          |
| 16 | 麻植郡西尾村西麻植    | 31. 2. 29<br>13 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> ~13 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> | 晴  | 0.451                       |                        |        | 7.00       | 0.33       | 1.672                    | 砂        | 堤防    | 堤防  | 飯尾川        |
|    | 〃            | 〃   | 〃  | 0.010                       |                        |        | 0.80       | 0.10       | 0.065                    | 小礫       | 〃     | 〃   | 〃          |
| 17 | 名西郡牛島村牛島橋    | 31. 2. 29<br>11 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> ~11 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> | 〃  | 0.381                       |                        | 0.080  | 6.40       | 0.31       | 1.212                    | 〃        | 〃     | 〃   | 〃          |
| 18 | 〃 高川原村南島附近   | 31. 2. 29<br>11 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> ~12 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> | 〃  | 0.491                       | 0.110                  |        | 7.00       | 0.50       | 2.397                    | 砂, 泥     | 〃     | 〃   | 〃          |

第5表 徳島県那賀川流量表

| 番号 | 測定場所      | 測定日時  | 天候                 | 測定流量<br>(m <sup>3</sup> /秒) | 流量差(m <sup>3</sup> /秒) |   | 水面幅<br>(m) | 最大深<br>(m) | 断面積<br>(m <sup>2</sup> ) | 河床状況                  | 兩岸の状況 |     | 備考  |
|----|-----------|---|--------------------|-----------------------------|------------------------|---|------------|------------|--------------------------|-----------------------|-------|-----|---|
|    |           |   |                    |                             | 増                      | 減 |            |            |                          |                       | 左岸    | 右岸  |   |
| 1  | 那賀郡富岡町十八女 | 年 月 日<br>31. 3. 2<br>12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> ~15 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> | 午前<br>雨<br>午後<br>曇 | 14.720                      |                        |   | 48.00      | 1.10       | 37.896                   | 礫(兩岸河底に礫(アオミドロ)の発生多し) | 高水敷   | 高水敷 | 那賀川は各断面とも兩岸近くは、河底に藻(あおみどろ)が群生し、特に流速少ない所の河底流速はその影響が大である。 |
| 2  | 持井堰堤上     | 31. 3. 2<br>13 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> ~15 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>          | "                  | 12.926                      | 1.794                  |   | 75.00      | 1.05       | 40.445                   | 礫                     | "     | "   |   |
| 2  | "         | 31. 3. 3<br>11 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> ~13 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>          | 曇<br>午後<br>雨       | 14.839                      |                        |   | 75.00      | 1.10       | 41.325                   | "                     | "     | "   |   |
| 3  | 明見の渡し     | 31. 3. 3<br>12 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> ~14 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>          | "                  | 13.542                      | 1.297                  |   | 49.50      | 0.60       | 20.343                   | "                     | "     | "   |   |
| 4  | 古庄橋       | 31. 3. 3<br>13 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> ~16 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>          | "                  | 13.737                      | 0.195                  |   | 48.50      | 1.05       | 34.500                   | "                     | "     | "   |   |
| 3  | 明見の渡し     | 31. 3. 4<br>10 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> ~13 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>          | 晴                  | 14.011                      |                        |   | 49.50      | 0.73       | 21.521                   | "                     | "     | "   |   |
| 4  | 古庄橋       | 31. 3. 4<br>10 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> ~12 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>          | "                  | 15.404                      | 1.393                  |   | 48.50      | 1.10       | 36.530                   | "                     | "     | "   |   |
| 5  | 大京原       | 31. 3. 4<br>11 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> ~14 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>          | "                  | 14.462                      | 0.942                  |   | 49.00      | 0.90       | 25.025                   | "                     | "     | "   |   |

第6表 吉野川比流量表

| 測定場所        | 測定年月日<br>年 月 日 | 流域面積<br>(km <sup>2</sup> ) | 流量<br>(m <sup>3</sup> /秒) | 比流量<br>(m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> 秒) |
|-------------|----------------|----------------------------|---------------------------|--|
| 美馬郡穴吹町 成所   | 31. 2. 23      | 2,744.6                    | 35.376                    | 0.0129                                     |
| 麻植郡学島村 学島橋  | 31. 2. 23      | 2,893.2                    | 41.844                    | 0.0145                                     |
| "           | 31. 2. 24      | "                          | 41.521                    | 0.0144                                     |
| 阿波郡八幡町 八幡の渡 | 31. 2. 24      | 2,976.2                    | 38.378                    | 0.0129                                     |
| "           | 31. 2. 25      | "                          | 36.925                    | 0.0124                                     |
| " 柿島村 中央大橋  | 31. 2. 25      | 3,009.8                    | 43.264                    | 0.0144                                     |
| 板野郡一条町 一条橋  | 31. 2. 25      | 3,076.2                    | 38.271                    | 0.0124                                     |
| "           | 31. 2. 26      | "                          | 36.031                    | 0.0117                                     |
| 名西郡藍畑村 高瀬橋  | 3. 2. 26       | 3,112.8                    | 42.093                    | 0.0135                                     |

を行つているものと推定される。

以上要するに吉野川本流筋では川島町附近より上流では表流は兩岸の地下水に涵養されており、下流では逆に地下水の涵養源となつており、地下水理の節で述べたように江川および住吉両透水帯に向かつて特に大量の伏流——側面滲透——地下水供給を行つている事実が裏書きされた(第6表参照)。

吉野川水系旧吉野川筋および支流

g) 旧吉野川筋では第十新田と藍園橋との間で1.46 m<sup>3</sup>/秒の減少、藍園橋から成瀬川端大橋との間で4.03 m<sup>3</sup>/秒の増加。

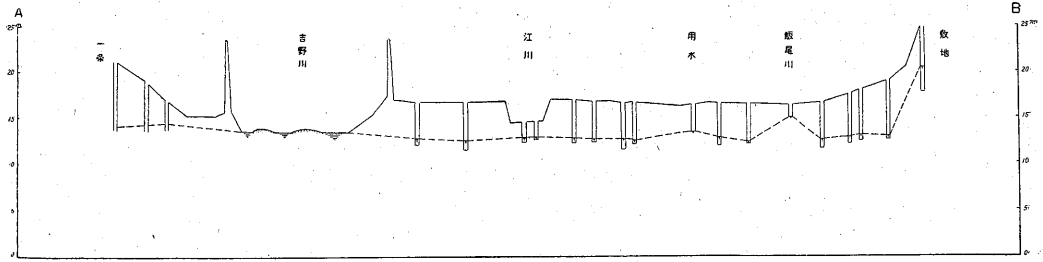
h) 支流江川は直接の水源が江川透水帯の地下水の湧出したもので、彌生橋で0.33 m<sup>3</sup>/秒を示すものが、江川

水門に至る間で0.2 m<sup>3</sup>/秒を失なう。この附近の南北方向の水位測量結果を第7図に断面図として示したが、第8図に示した地下水位等高線ともよく一致しており、江川透水帯の地下水、特に江川右岸の地下水供給源となつている。

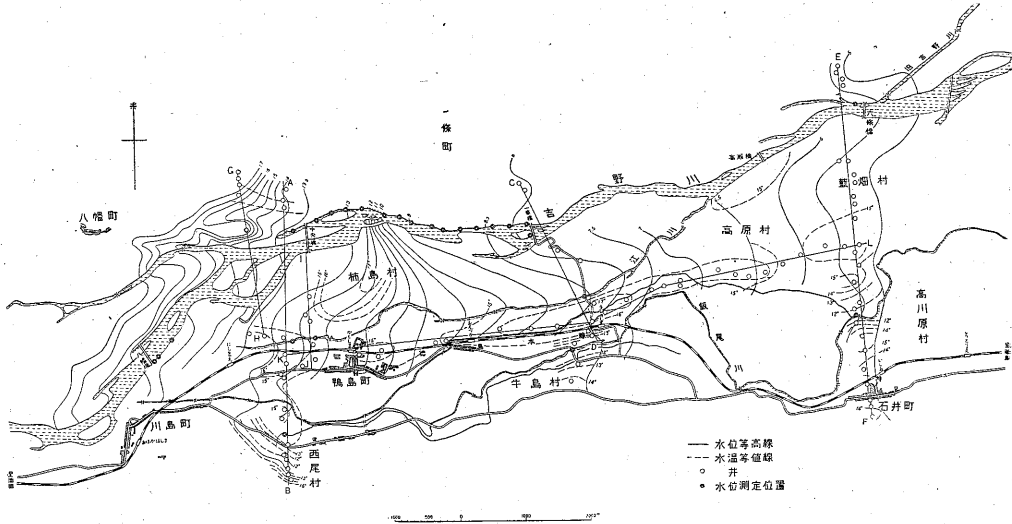
i) 支流飯尾川は西尾村地内に源を發し、河床は地下水水位より高く、兩岸に地下水を供給している。鴨島町上下島附近と牛島町牛島橋との間で0.08 m<sup>3</sup>/秒の減が認められ、この下流側に至つて始めて増加の傾向を示す。

那賀川水系

a) 富岡町十八女から持井に至る区間で1.8 m<sup>3</sup>/秒の減を示す。おそらくこれは河床下の伏流となるものと推定される。



第7図 吉野川流域江川附近地下水位横断面図



第8図 吉野川流域江川附近地下水位等高線図

b) 同じく持井から明見に至る区間で  $1.3\text{m}^3/\text{秒}$  の減を示すが、この附近是那賀川の三角洲平野の頂部に相当しており、水抵抗の調査結果から推定すれば、これら伏設水量の一部は河床下の伏流となり、一部は左岸羽の浦町に向かって供給される地下水涵養源となつているものとみられる。

c) 明見から古庄に至る区間では3月3日測定時に  $0.195\text{m}^3/\text{秒}$  の増、同4日に  $1.4\text{m}^3/\text{秒}$  の増を示し、3日午後の降雨の影響が現われているが、上流部よりの伏流が古庄橋前後で表流に還元する過程を示している。

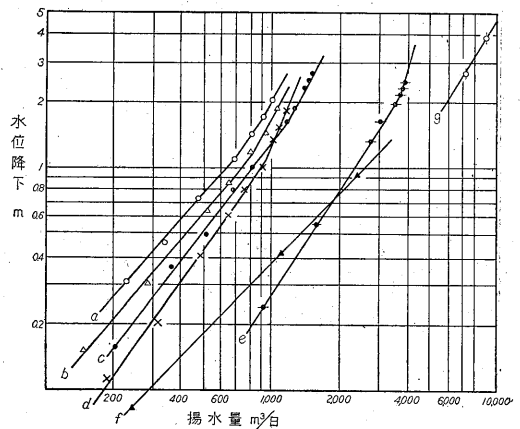
d) 古庄から大京原に至る区間では  $0.94\text{m}^3/\text{秒}$  の減、おもに右岸の地下水供給源となり、中野島附近を経て、富岡町市街地北側に連らなっている透水帯の地下水を涵養しているものと推定される。

以上要するに那賀川水系においては上流部十八女から下流部大京原に至る間で差引き  $2\text{m}^3/\text{秒}$  の表流の減が認められ、伏設・滲透後の地下水は左右両岸、それぞれの透水帯を涵養している。

### 9. 深井戸揚水量に対する水位降下の関係

被圧面地下水を収水する深井戸は調査地域内、特に吉

野川水系流域には必ずしも少なくないが、その揚水量に対する水位降下の関係を知るに充分な資料は僅かしか集められない。これらの蒐集された資料に基づいて揚水量と水位降下の関係を示すと第9図のようになる。第9図



第9図 徳島県における深井戸揚水量に対する水位降下の関係

- a.~d. 徳島市佐古上水源試験2号井(孔径6吋)
- e. 徳島市蔵本上水源井
- f. 小松島市上水源井
- g. 板野郡北島町所在 東邦レーヨン K.K. 徳島工場井戸群

によると、住吉透水帯の地下水を取水している東邦レヨン株式会社徳島工場の深井戸群がすば抜けて優秀であり、次いでかなり落ちて徳島市蔵本上水源井、小松島市中田上水源井の順となる。左側に示した徳島市佐古上水源井の例は孔径6吋の井戸であり、これを12~16吋級に換算すると蔵本上水源井の場合に近い値となる。蔵本上水源井では水位降下1.5mに対する揚水量3,000m<sup>3</sup>/日(たゞし16吋孔径)が概略適当な揚水量の限界であり、これ以外には不明であるが、少なくとも吉野川本流筋の流域では、孔径12吋で水位降下1.5~2m、揚水量2,000~2,500 m<sup>3</sup>/日までで止めることが安全を見込んだ井戸の利用条件であろう。しかしなお全国的にみて深井戸利用には有利なことが指摘できる。

昭和30年度徳島県が小松島市立小松島中学校内に設置した4吋水位観測井(この附近の被圧面地下水層の約1/2の厚さに相当する、長さの収水管が、17~23mおよび43~50m間に挿入されている)の揚水試験によると、適正揚水量は600m<sup>3</sup>/日て、それに対する水位降下は0.27mであり、これは優秀な揚水条件といえる。14吋孔径の小松島市水道水源井では水位降下0.9mに対して約2,500 m<sup>3</sup>/日の揚水が可能であるが、これでお適正揚

水量の限界外にはでていない。

那賀川流域では深井戸揚水量に対する水位降下の関係を示す資料が得られなかつたので、徳島県を通じて富岡町中之島支所内に6吋水位観測井を掘鑿し、その揚水試験を行った。鑿井地点は那賀川の伏流が顕著に地下水に移化している個所であり、適正揚水量1,500 m<sup>3</sup>/日に対し水位降下3.2mを得た。すなわち水位降下1m当り470m<sup>3</sup>/日の揚水量を示し、前述小松島市の同2,220 m<sup>3</sup>/日には及ばないが、小孔径井の specific capacity としては優秀な値である。

### 10. 水質の地域的特徴

地表水・地下水を通じ全体として固形物総量が少なく、また珪酸の少ない点は工業用水として有利な水質といえることができる。しかし硫酸・磷酸および過マンガン酸カリ消費量が多いうえ、マンガン・銅などのような特異な含有成分が認められ、硬度も概して高く、この点では必ずしも良質・安全な水とはいえない。次にその要素ごとの特徴を記述する。

a) pH は概して酸性の方に傾いており、自由面地下水と被圧面地下水との間に特に相違はない。

b) 珪酸は全国的にみて少ない方で、地下水のなかで比較的多い徳島市、那賀川右岸地区などでも20mg/l 台に止まっている。

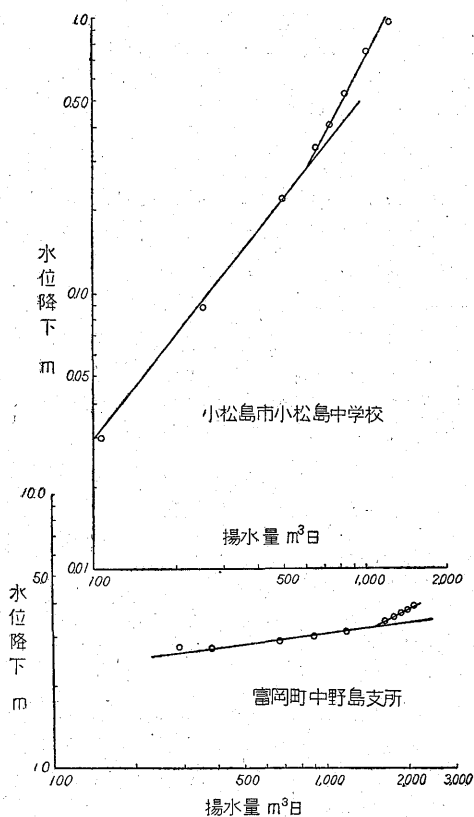
c) Ca/Mg およびクロール含有量からみると、地下水における塩水の混入は吉野川下流地区の一部と那賀川右岸臨海部の一部とに認められる。吉野川・江川地区でクロール4.5mg/l、Ca/Mg 15程度であるが、那賀川下流地区の被圧面地下水ではCa/Mg 40を示すものが認められる。

d) 鉄は吉野川・那賀川両水系を通じ自由面地下水にまれに多いものもあるが、一般には少ない。特に被圧面地下水にあつては旧吉野川筋の流域を除けば一般にきわめて少ない。

e) マンガンは両水系の流域全体に概して多い。含有量の最大は0.8mg/lに近く、特に吉野川沿岸の市場町・学島村附近に多い。地下水の中で最も少ないのは江川地区であり、吉野川の表流水もほとんど痕跡程度に止まっている。

f) 銅の含有もまた顕著である。特に旧吉野川の分岐点左岸一帯に多く、この地区の採取水試料34の全部が0.1 mg/l 以上、またその80%が0.3mg/l 以上を含んでいる。徳島市・那賀川右岸地区にも多い。また被圧面地下水に比較して自由面地下水の方に概して含有量が多い。

註] マンガンおよび銅の分析結果については当所化学課により相当数の補測を行った。徳島大学による分析



第10図 観測井による揚水試験の結果

第7表 吉野川および那賀川流域平野部地区別地下水の水質(一部)概要

| 水質要素                                     | 単位                             | 吉野川左岸下流         |                  | 吉野川左岸<br>Q | 吉野川右岸<br>S | 那賀川右岸            |                 | 那賀川左岸<br>Y |
|--|--------------------------------|-----------------|------------------|------------|------------|------------------|-----------------|------------|
|  |                                | P               |                  |            |            | X                |                 |            |
|  |                                | 自由面<br>地下水      | 被圧面<br>地下水       |            |            | 自由面<br>地下水       | 被圧面<br>地下水      |            |
| 採取試料数                                    |                                | 11              | 13               | 33         | 19         | 22               | 6               | 26         |
| pH                                       |                                | 6.5~7.0         | 6.6~7.9          | 6.4~7.4    | 6.6~7.0    | 6.0~7.0          | 6.5~6.9         | 6.8~7.2    |
| 遊離炭酸                                     | CO <sub>2</sub>                | 4~30            | 0.2~2.6          | 4.9~69.4   | 13.1~59.2  | 1.8~45           | 2.6~11.5        | 2.5~53.2   |
| クロール                                     | Cl <sup>-1</sup>               | 51~272          | 55~468           | 7.0~64.4   | 9.4~76.8   | 8.3~750          | 8.6~68.0        | 7~219      |
| 硫酸                                       | SO <sub>4</sub>                | 13.6~728        | 5~88             | 5.6~54.5   | 7.7~40.9   | 9.5~98.0         | 1.3~20          | 4.3~45.4   |
| 硝酸態窒素                                    | NO <sub>3</sub> -N             | 0.05~4.65       | 0.0~3.32         | 0.2~1.46   | 0.25~1.01  | 0.0~1.92         | 0.23~0.95       | 0.16~1.78  |
| アンモニア態窒素                                 | NH <sub>3</sub> -N             | 0~1.7           | 1.0~1.3          | 0.01~0.25  | 0.01~0.20  | 0.0~1.43         | 0.03~1.15       | 0.01~0.09  |
| 磷酸                                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.5~2.3         | 0.8~3.7          | 0.10~2.41  | 0.05~0.14  | 0.5~13.8         | 0.03~1.15       | 0.05~0.31  |
| 珪酸                                       | SiO <sub>2</sub>               | 1.1~19.2        | 1.8~20           | 8.1~30     | 9.3~16.7   | 9.3~35.3         | 8.5~20.1        | 4.2~14.3   |
| Ca/Mg                                    |                                | 0.5~30          | 0.8~13           | 1.0~16     | 0.75~11.4  | 2~17             | 4~40            | 0.9~37.3   |
| 鉄  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 最大 0.28         | 最大 0.19          | 0.14~11.5  | 0.29~13.5  | 最大 0.04          | 最大 0.04         | 0.14~13.2  |
| マンガン                                     | Mn                             | 0.01~0.66       | 0.01~0.13        | 0.02~0.27  | 0.02~0.78  | 0.01~0.46        | 0.02~0.07       | 0.02~0.37  |
| 銅  | Cu                             | 0.04~0.52       | 痕跡~0.42          | 0.12~0.80  | 0.06~0.50  | 0.04~0.72        | 0.04~0.12       | 0.02~0.28  |
| 過マンガン酸カリ消費量<br>KMnO <sub>4</sub> cousum. |                                | 4.3~16.2        | 3.8~15.0         | —          | —          | 2.0~13.9         | 1.9~5.7         | —          |
| 全硬度                                      | °dH                            | 1.7~15.2        | 1.9~5.7          | 1.7~8.3    | 2.7~9.5    | 2.1~24.1         | 1.2~7.0         | 3.3~11.9   |
| 固形物総量                                    | mg/l                           | 131~1,586       | 92~822           | 58~660     | 117~335    | 91~820           | 96~208          | 98~767     |
| 水比抵抗                                     | Ω-cm                           | 1,100~<br>9,500 | 1,000~<br>11,500 |            |            | 1,000~<br>10,000 | 2,100~<br>8,200 |            |
| Mn 0.05mg/l 以上含有の試料数                     |                                | 7               | 7                | 20         | 12         | 11               | 1               | 17         |
| Cu 0.1 mg/l 以上含有の試料数                     |                                | 6               | 10               | 32         | 15         | 20               | 3               | 18         |
| Cu 0.3 mg/l 以上含有の試料数                     |                                | 1               | 3                | 26         | 8          | 3                | 0               | 0          |

附註 1) P および X は昭和29年2月, Q, S および Y は同年 7. 8月採取 分析: おもに徳島大学, 同年9月当所補足分析。  
2) P-Q-S-X-Y の各地区については第1図参照。

果と多少相違した試料もあるが、多い少ないの傾向はほとんど一致している。これらの成分は pH 6 台の水中に始めて溶存し得ることを考えると、その供給源はきわめて近く、かつ大きなものであることが想像できる。硫酸の多い点をも併せ考えると、少なくとも銅はこれらの地域の背後地に現在もなお多量に露出している銅鉱床に由来するものと考えられる。なおマンガンについては鳴門市水道課吉野司子氏により、同市の瀬戸および北島両水源井について若干の研究が行われている。そのうち瀬戸水源井についてはマンガン 0.2~0.3mg/l に対し鉄は 0.8~1 mg/l を含んでおり、これを砂で濾過すると鉄は 0.3 mg/l 程度残存するがマンガンは完全に除去できる。また瀬戸水源では 0.1 mg/l のクロールカルキを入れても沈澱を生じないが、0.5mg/l 入れると黒色の沈澱を生じるといふ。

g) 硫酸が比較的多く、特に自由面地下水に多量に検出される。

h) 磷酸はむしろ被圧面地下水に多く、那賀川右岸地区では自由面地下水にも同様に顕著に検出される。

i) 過マンガン酸カリ消費量は一般に多い。特に自由面地下水に顕著であり、旧吉野川流域では被圧面地下水にも自由面地下水と同程度に現われる。

j) 硬度は最高15°dHを示すものがあるが、一般には自由面地下水で3~4°dH、被圧面地下水で2~3°dH程度で、塩水侵入地帯を除けば特に高いということはない。しかし徳島市附近那賀川右岸地区などは平均をやゝ上廻る。

なお表流水については水温・水質の季節的变化を昭和29~30年に観測した。このうち水質については磷酸・鉄・硝酸・アンモニア態窒素などの増減が目立っており、固形物総量の変化も相当大きい。またマンガンは著しい変化を示さないが、銅はこれに比較してやゝ大きな季節的变化を示している。

### 11. 工業用水源についての総合判断

a) 徳島県にあつては従来例からも、また水分布の現況から判断しても、鑿井による工場用水源が今後もしあつて重視されるであろう。この場合まず塩水混入地帯(第5図の水比抵抗 2,000 Ω-cm 以下の部分、一層安全にみて 4,000 Ω-cm 以下の部分)をさけ、少しでも水理的に有利な地帯を選定して工場を誘致、建設すべきであるが、同時に吉野川総合開発事業の主体をなす表流分

水計画に際しては、表流の伏没水量を考慮して地下水位維持のために必要な水量を見込んでおかなければならない。

b) 地下水によって水源が得られる工場適地は、吉野川流域では名東郡国府町(浅井戸)・板野郡北島町中村附近・同住吉村・同応神村古川・中原附近および麻植郡鴨島町(深井戸)、那賀川流域では那賀郡富岡町柳島(浅井戸)・同日開野・領家附近・見能林村石橋附近(深井戸)である。また勝浦川流域では小松島市横須北部では深井戸が利用できるほか、旧勝浦川河道に湧出する清浄ヶ池などの湧水が利用可能である。

c) 一般に深井戸利用の場合には、水位降下に対する揚水量が他地域に比較して大きい方であるから、水量は概して豊富といえることができる。少なくとも吉野川流域あるいは勝浦川流域の鑿井適地においては12吋級の大口径井で1本当り2,500 m<sup>3</sup>/日、あるいは若干それを上廻る程度まで揚水できるとみなしてよい。

d) 臨海部計画工業地帯として考慮されているもののうち、まとまった水量が捕集可能と考えられるものを示すと次の通りである。

d-1) 鳴門市の工業給水を含む上水源はその拡張分を北島町西部から住吉村にかけての住吉透水帯の部分に深井戸鑿井を行い、これを送水すること

d-2) 徳島市新町川沿いの工場予定地区に対しては同市加茂附近の深井戸あるいは鮎喰川の伏流を活用すること

d-3) 那賀郡橋町の橋計画工業基地に対する水源としては、那賀川支流岡川右岸から富岡町日開野・学原附近にかけての深井戸群(1本当り2,000m<sup>3</sup>/日として)あるいは富岡町中野島地先の那賀川の伏流のうちいずれかを利用すること

d-4) 小松島湾岸の計画工業基地に対しては灌漑用水と競合の少ない清浄ヶ池あるいはその下流の湧泉群によつて涵養されている芝生川の表流をできるだけ活用すること

d-5) なお d-3) および d-4) の場合 25,000~30,000 m<sup>3</sup>/日以上の工業給水に対しては地下水源に依存して送水することが困難であるから、需給の歩調に合わせて那賀川の表流水をその南岸用水あるいは北岸用水のいずれかから取水し、工業用水道として専用水路により送水することが必要である。勝浦郡坂野町一円の工場適地もまたこの給水対象として考えるのが賢明であろう。

e) 旧吉野川および今切川流域については、まずその水保全のため松茂村喜来(旧吉野川)および応神村鯛浜(今切川)の潮止め堰堤の完全補修を行うことが先決問題である。この改修により松茂村および徳島市川内町な

どの工場適地に対する比較的有利な水源が確保できる。

f) この地域全体としてその水質は、硫酸・マンガン・銅・過マンガン酸カリ消費量などが多く、特殊な用水の場合には問題となる可能性もあるが、一方では珪酸・鉄の含有量の少ない点が他地域に比較してやゝ目立っている。このほか硬度もやゝ高い傾向があるが、まず大局的にみれば冷却用水を主体とする一般工業用水としては良質の部類に属している。

(昭和28年~30年調査)

参考文献および引用資料

- 1) 朝比奈貞一・渡辺正之： 徳島県江川における水温異常及び瓦斯噴出について、気象集誌，第2集，16年8号，1938
- 2) 平山 健： 7万5千分の1地質図幅徳島および同説明書，地質調査所，1952
- 3) 平山 健： 7万5千分の1地質図幅脇町および同説明書，地質調査所，1954
- 4) 肥沼実一： 徳島県江川の異常水温について，海と空，Vol. 19, No. 12, 1939
- 5) 松平康男： 江川の水温異常現象観測報告並に現象に関する一考察，海と空，Vol. 19, No. 12, 1939
- 6) 徳島県麻植郡鴨島町： 鴨島町工場適地立地条件調査，1952
- 7) 徳島県： 那賀川総合開発事業計画説明書，1953
- 8) 徳島県： 瀬戸内海調査地域工業用水利用現況調査報告書，昭和27年度総合開発調査，1953
- 9) 徳島県外3県： 吉野川調査地域水利現況調査報告書，昭和27年度総合開発調査，1953
- 10) 徳島県： 瀬戸内海都市周辺地下水予備調査(一部)報告書，昭和28年度総合開発調査，1954
- 11) 徳島県： 瀬戸内海調査地域地下水調査，昭和29年度総合開発調査，1955
- 12) 徳島県： 那賀川特定地域橋・小松島地下水調査，昭和29年度総合開発調査，1955
- 13) 徳島県： 吉野川調査地域吉野川下流用水及び減水深調査，昭和29年度総合開発調査，1955
- 14) 徳島県： 吉野川総合開発計画概要，1956