

九州農政局管内における
畑作振興深層地下水調査
報告書

平成18年3月

九州農政局農村計画部資源課

まえがき

畑作振興深層地下水調査は昭和 40 年度に創設され平成 16 年度までの 39 年間に実施した補助調査事業です。国が調査費用の 1/2 を補助し、都道府県が調査主体となって行いました。調査地区数は全国で約 1000 地区が実施され、このうち 406 地区が九州農政局管内で実施されました。

各地方農政局資源課は、この調査の方針決定、調査の実施方法及び調査結果のとりまとめについて都道府県に対し必要な助言指導を行ってきました。各地区の調査成果は調査報告書に簡潔に取りまとめられ都道府県から各地方農政局等へ提出されました。本調査で設置した試掘井のうち畑作振興事業に活用できるものは、試掘井の適正な対価によりその事業主体に譲渡し活用がなされました。

本報告書は九州管内の畑作振興深層地下水調査の調査成果報告書を整理し、その揚水量等と地質区分の関係について取りまとめたものです。

本調査が畑作振興の目的で実施されたため、その実施位置や地質区分等についてはかなり偏っており、本報告書の結果をもって地質区分別の揚水量等の代表値とするには統計上の問題があります。

本補助調査制度は終了しましたが、今後も水源を必要とする畑地帯は依然として各地に存在します。そのような地域で地下水開発を計画・実施する場合、類似の地質区分や距離的に近い地域でどれだけの地下水開発実績があったかを、本報告書と付録CD-Rを活用することで容易に知ることができます。本報告書が今後の畑地帯をはじめとする農業振興の一助となれば幸いです。

なお、本調査は福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県の九州農政局管内各県で実施されたものであり、長年にわたる各県担当者のご尽力がなくてはこのような成果とりまとめを行うことはできなかつた。ここに記して深く感謝申し上げます。

平成 18 年 3 月
九州農政局農村計画部資源課

目次

I. 畑作振興深層地下水調査の概要	1
1. 調査制度	1
2. 九州局管内における調査実施地区	4
3. 九州局管内における譲渡活用実績	7
II. 調査事例の解析	10
1. 地質類型別事例数	10
2. 地質類型別揚水量	12
3. 地質類型別比湧出量	14
4. 地質類型別掘削深度	16
5. 地質類型別物理探査	18
III. 本報告書付録 CD-R の利用方法	20
1. CD-R 作成の意義	20
2. 動作環境	20
3. CD-R の構成	21
4. CD-R の使用方法	22
巻末資料	23
報告書内グラフの数値データ	24
調査要綱・要領	25
調査報告書電子ファイル CD-R	付属の CD

I. 畑作振興深層地下水調査の概要

1. 調査制度

1)調査目的

この調査は、畑作用水源として深層地下水を利用する必要がある地域において、深層地下水の賦存状況および開発利用方法を明らかにし、もって畑作農業の振興に資することを目的とする。

2)調査制度の経緯

本補助調査は昭和40年に創設された。調査設立当時の「畑作振興深層地下水調査補助事業実施－解説－」には設立の意義を次のように述べている。

畑地は元来、水利に不便な地域にあって、水源の開発は容易ではない。また、畑は水田に比べて地形の複雑な地域にあることが普通で、広い面積について、統合した水源対策を行うにも、種々の制約を受けるのが実情である。事実、これまでの畑かん事業の動向を見ても、大規模の事業はごく限られた地域でしか行われていず、多くは県営、団体営規模のものである。

県営規模の地区にあたっては、河川、ため池、地下水などの開発に伴う種々の難しい問題を、主として中規模調査（国の直轄調査）によって打開し、着々と実施に移しつつあるところであるが、団体営規模以下の地区にあっては、水源開発に伴う技術的困難性の打開は限られ、特に、深層地下水以外の水源の見込みが立たない地区では、深層地下水探査技術、経費および深井戸の採水成功に伴う危険負担等の問題について、地元民自らそれを解消する力を有しないために、畑かん事業を断念せざるを得ない例が少なくない。

このような事情から、小規模畑かん事業の促進、特に無水地域における順調な進展を促すために、深層地下水開発にともなうあい路を取り除くことは大きな意義があると考え、深層地下水調査費の助成制度が設けられたわけである。

昭和48年には、活動火山対策特別措置法が成立し、桜島や雲仙などの降灰による農作物被害の軽減に本補助調査を役立てることになった。

平成元年に国直轄の地下水調査開発調査で岩盤型の調査が実施され、一般の地質に比べて高度な開発技術が必要である岩盤地帯の地下水開発技術が進められた。本補助調査では平成2年度より岩盤タイプが創設され、直轄調査での技術導入を図るとともに、一地区あたりの調査費が増額された。

3)調査地区の種別と1地区あたりの調査費

①一般地区

地表水の利用が困難な地帯で深層地下水を水源とする畑作事業を予定している地区について、調査費の一部を補助し調査成果を利用（試掘井を本井として利用）して畑作農業の振興を図る。

- ・一般地区 500万円（国費 250万円）
- ・岩盤地区 750万円（国費 375万円）

②活動火山関連地区

活動火山対策特別措置法（昭和48年）第8条の「防災営農施設整備計画」に指定された地域であって、深層地下水を水源とする降灰除去等の事業を予定している地区（計画地区）について、調査費の一部を補助し、調査成果を利用して降灰等による農業被害を軽減し、畑作農業の安定に資する。

- ・活動火山関連地区 540万円（国費 270万円）

4)採択基準

無水地帯であって受益面積がおおむね20ha以上100ha以下の地域（半島、離島、過疎、山村、特定農山村、活動火山関連地区にあつては、活用予定事業の採択要件に準ずる）。

5)調査内容

①水文地質調査

水文地質に関する現況の把握並びに物理探査及び試掘調査を実施するための必要な基礎資料を整理する。

資料収集調査：水文地質に関する降水量、河川流量、地下水、地質等の既存資料の収集

露頭調査：水文地質に関する地層および地下水の露頭調査

測水調査：既存井戸および地表水に関する水位、水質、水温、流量等を観測することによって地下水の現況を把握する。

②物理探査

帯水層を含む地層の地質構造の推定を行う。地区の地球物理的条件を考慮して次の手法から選定する。

電気探査：大地の見かけ比抵抗値の特徴から帯水層を含む地層の地質構造を推定することを目的とするものであつて、探査手法については地区の水文地質条件に応じて選択する。

弾性波探査：大地を構成する地質の弾性波速度から帯水層を含む地層の地質構造を推定することを目的とするものであつて、探査深度はおおむね300m前後、地震計間隔は20m以内を標準とする。

放射能探査：大地の放射能強度から帯水層を含む地層の地質構造を推定することを目的とするものであつて、探査範囲は調査範囲の主要路線とする。

電磁探査：電磁波を用いて地下の比抵抗を知ることを目的とするものであつて、使用する電磁波の種類については、対象とする地質および探査深度に応じて選択する。

③ 試掘調査

水文地質調査、物理探査の調査結果に基づき試掘調査および揚水試験を行い帯水層定数および採水可能量を判定する。

掘削：掘削方法は地層の状態に適合する方法による。孔径は揚水試験を行うに十分な大きさとし、おおむね200～350mmとする。掘削中の観察事項とコア・スライムから地質柱状図を作成する。

仕上げ：電気検層を行い地質柱状図と対比してストレーナ開孔深度を決定する。

揚水試験：次の仮設、予備揚水、本試験、まとめを行う。

仮設：揚水量の調整できるポンプ、地下水位及び揚水量を正確に測定できる装置を準備する。

予備揚水：吐出水が清澄になるまで揚水する。

本試験：予備揚水終了後24時間以上の休止時間をおいて、段階試験、連続試験を行う。

まとめ：井戸条件に適合した公式を用いて、連続試験の結果から透水量係数、透水係数、貯留係数および影響圏半径等を求める。段階試験から適正揚水量を判定する。

水質分析：用水としての適正を確認する。

6) 調査成果

① 調査報告書

本調査の調査結果は、調査完了後 A4 用紙 4 枚の報告書に取りまとめられ、都道府県知事から地方農政局長に提出される。

報告書の様式は巻末資料に示すが、内容として次のものを含んでいる。

調査図：調査地域の範囲と面積、各種調査地点等を主として記入したもの

水文地質平面図：地形地質区分、地下水面等高線、基盤等高線等を記入したもの

水文地質断面図：既存井戸、物理探査及び試掘井の位置を記入し、それらの結果の総合的判断によって帯水層の構造が把握できるものであること。

物理探査結果：物理探査結果について解析した図表

試掘調査結果：地質柱状図、電気検層図及び揚水試験結果を主な内容とする。

まとめ：地下水利用可能量に関する総合的な判断

② 試掘井

都道府県はこの調査に使用した試掘井を調査終了後本井戸として利用することの効用を認めるときは、予め地方農政局長の承認を受けて、適正な対価により畑作振興事業に供しようとする者に譲渡する。

効用を認めがたい場合には、試掘井は廃棄処分する。

2. 九州局管内における調査実施地区

昭和 40 年度から平成 16 年度の九州農政局管内の調査地区数は406地区で、そのうち一般地区が 231 地区、岩盤地区が 38 地区、活動火山関連地区が 137 地区実施された。図 1-2-1^{*1}、図 1-2-2 に調査実施位置を示す。表 1-2-1 に県別・地区種別の調査実施地区数を示す。

県別には鹿児島県が 192 地区と最も多く、このうち半数以上の 110 地区が活動火山関連地区で九州管内の活動火山関連地区のほとんどを占めている。実施地区数の第 2 位は熊本県で全体で 90 地区を実施しており、岩盤型の実施地区数は 16 地区と 1 位であり、阿蘇火山の活動による活動火山地区 16 地区を実施している。実施地区数の第 3 位は長崎県で 68 地区を実施しており、雲仙火山の活動による活動火山地区 9 地区、岩盤地区 9 地区を含む。

表 1-2-1 県別・地区種別調査実施地区数

県名	一般地区	岩盤地区	活動火山	合計
福岡県	5	3	0	8
佐賀県	3	0	0	3
長崎県	50	9	9	68
熊本県	58	16	16	90
大分県	19	5	0	24
宮崎県	15	4	2	21
鹿児島県	81	1	110	192
九州局計	231	38	137	406

*1 調査位置図の地質図は、地質調査所(1995)「日本地質図データベース」の地質図画像を元に、後述する地質類型区分(p10-11)により塗り分けたものである。調査位置図は杉本智彦作成のフリーソフト「カシミール3D」を使用して作成した。白い線で1/20万地勢図の区画を示した。

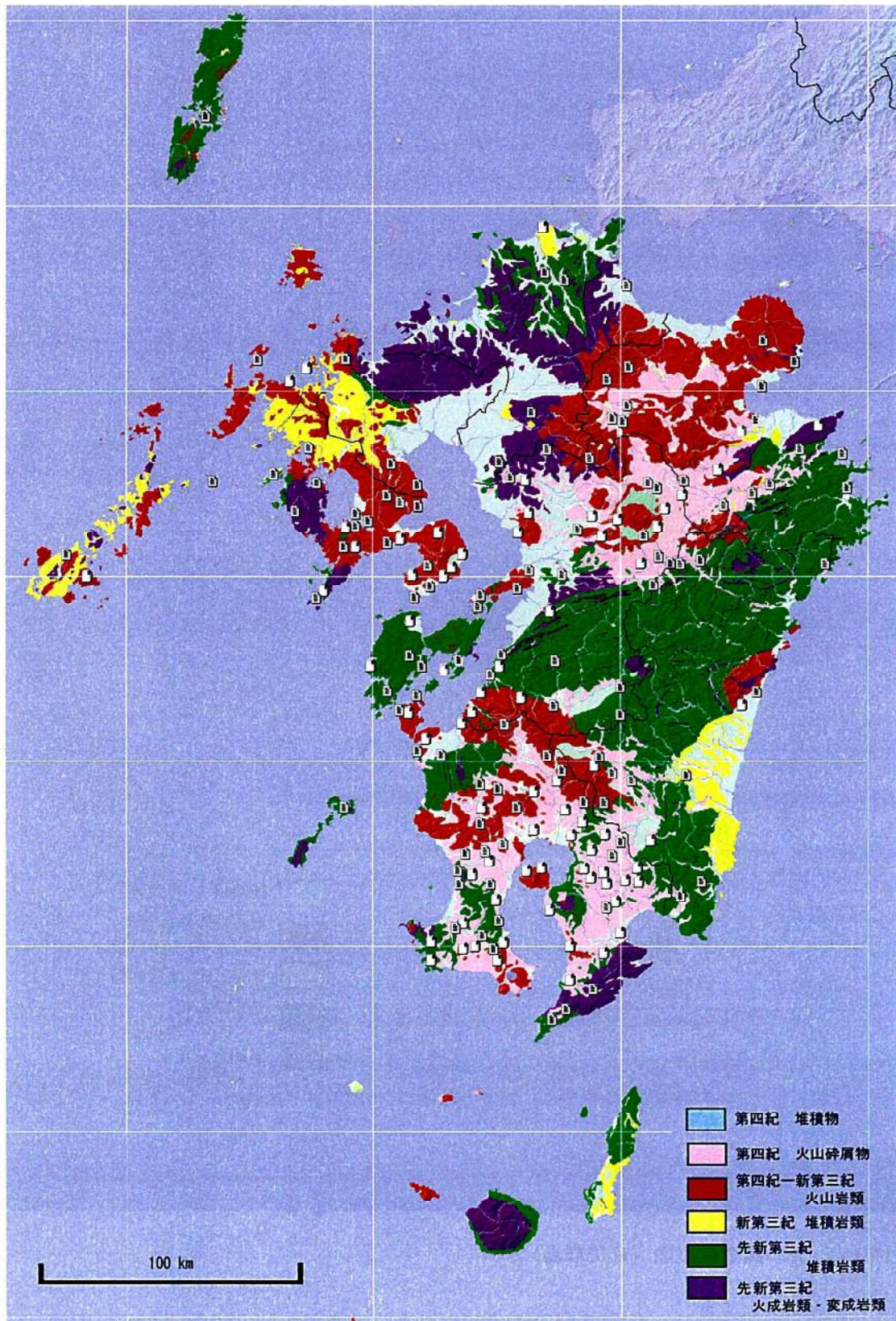


図 1-2-1 調査位置図 (九州本土)

(調査位置図の地質図は、地質調査所 (1995) 「日本地質図データベース」の地質図画像を元に、後述する地質類型区分 (p10-11) により塗り分けたものである。調査位置図は杉本智彦作成のフリーソフト「カシミール3D」を使用して作成した。白い線で1/20万地勢図の区画を示した。)

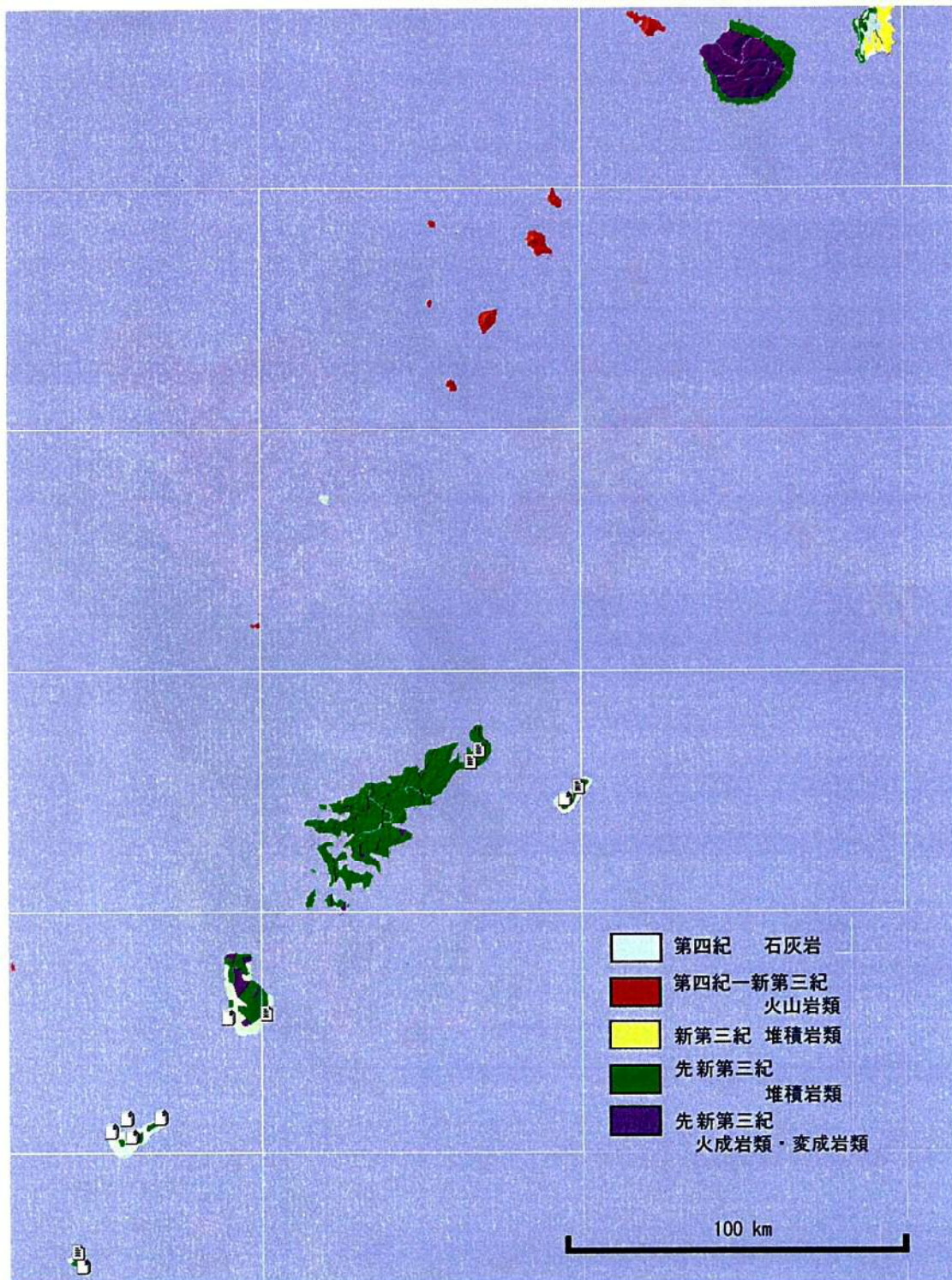


図 1-2-2 調査位置図 (奄美群島)

(調査位置図の地質図は、地質調査所 (1995) 「日本地質図データベース」の地質図画像を元に、後述する地質類型区分 (p10-11) により塗り分けたものである。調査位置図は杉本智彦作成のフリーソフト「カシミール 3D」を使用して作成した。白い線で 1 / 20 万地勢図の区画を示した。)

3. 九州局管内における譲渡活用実績

本補助調査で設置した試掘井は、井戸の効用がある場合は畑作振興事業に活用される。表1-3-1に平成17年度末までの県別・地区種別譲渡活用実績数を示す。調査実施地区406地区のうち約38%の155地区が譲渡され畑作振興事業等に貢献している。図1-3-1、図1-3-2にその位置図を示す。

地下水の用途はかんがい、防除、降灰除去、営農用水、営農飲雑用水がある。本補助事業により地下水開発可能性が確認され、地下水源を活用することにより、安定的な作物の生産、新規作物の導入、品質の向上が図られたほか、地域ブランドの確立に成功した地区もある。

表1-3-1 県別・地区種別譲渡活用実績数¹⁾(平成17年度末)

県名	一般地区	岩盤地区	活動火山	合計
福岡県	1	0	—	1
佐賀県	0	—	—	0
長崎県	21	1	4	26
熊本県	27	6	8	41
大分県	1	1	—	2
宮崎県	3	0	1	4
鹿児島県	35	0	46	81
九州局計	88	8	59	155

*1 実績数で「—」は、調査地区数が0（表1-2-1参照）である。

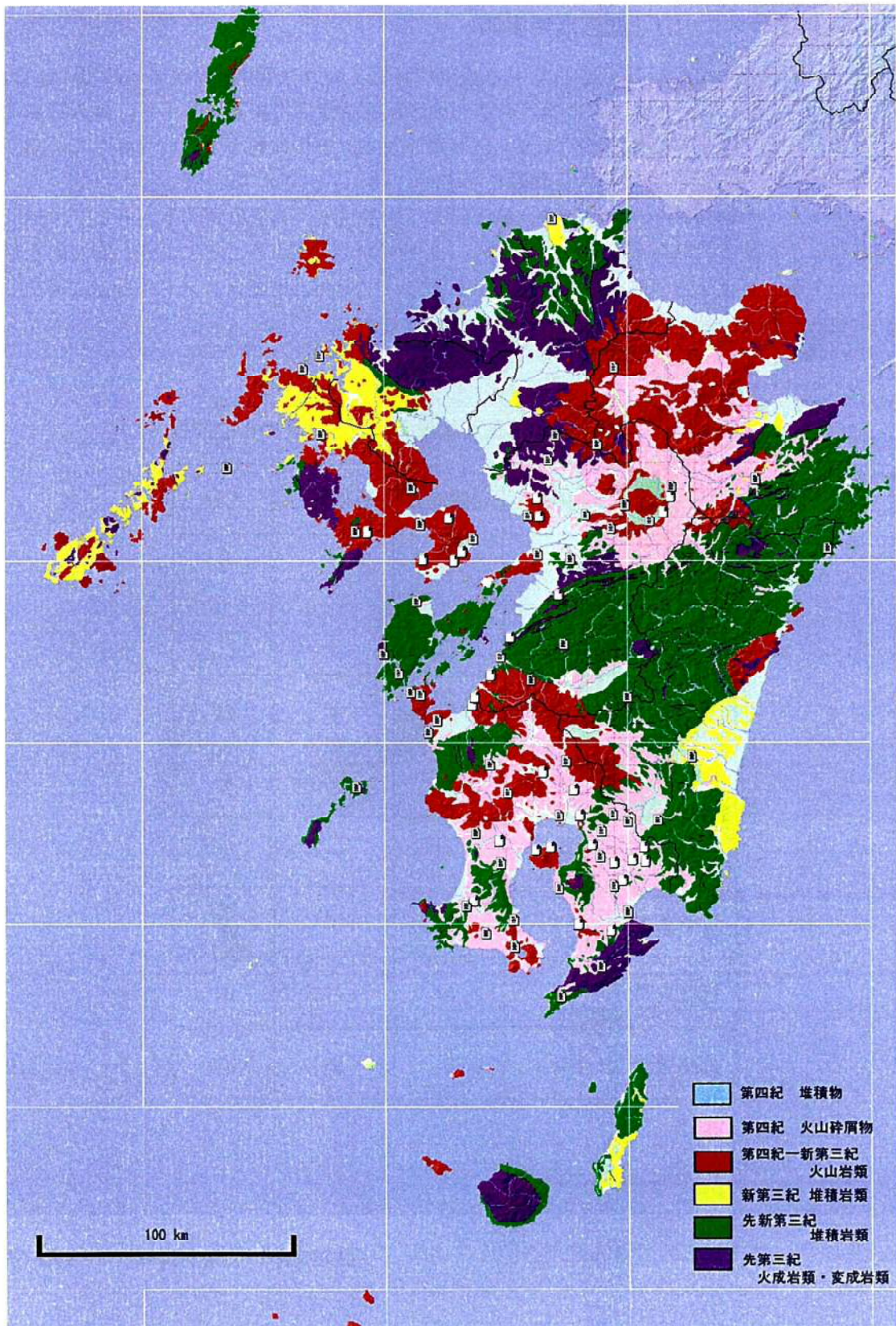


図 1-3-1 譲渡地区位置図 (九州本土)

(譲渡地区位置図の地質図は、地質調査所 (1995) 「日本地質図データベース」の地質図画像を元に、後述する地質類型区分 (p10-11) により塗り分けたものである。調査位置図は杉本智彦作成のフリーソフト「カシミール3D」を使用して作成した。白い線で1/20万地勢図の区画を示した。)

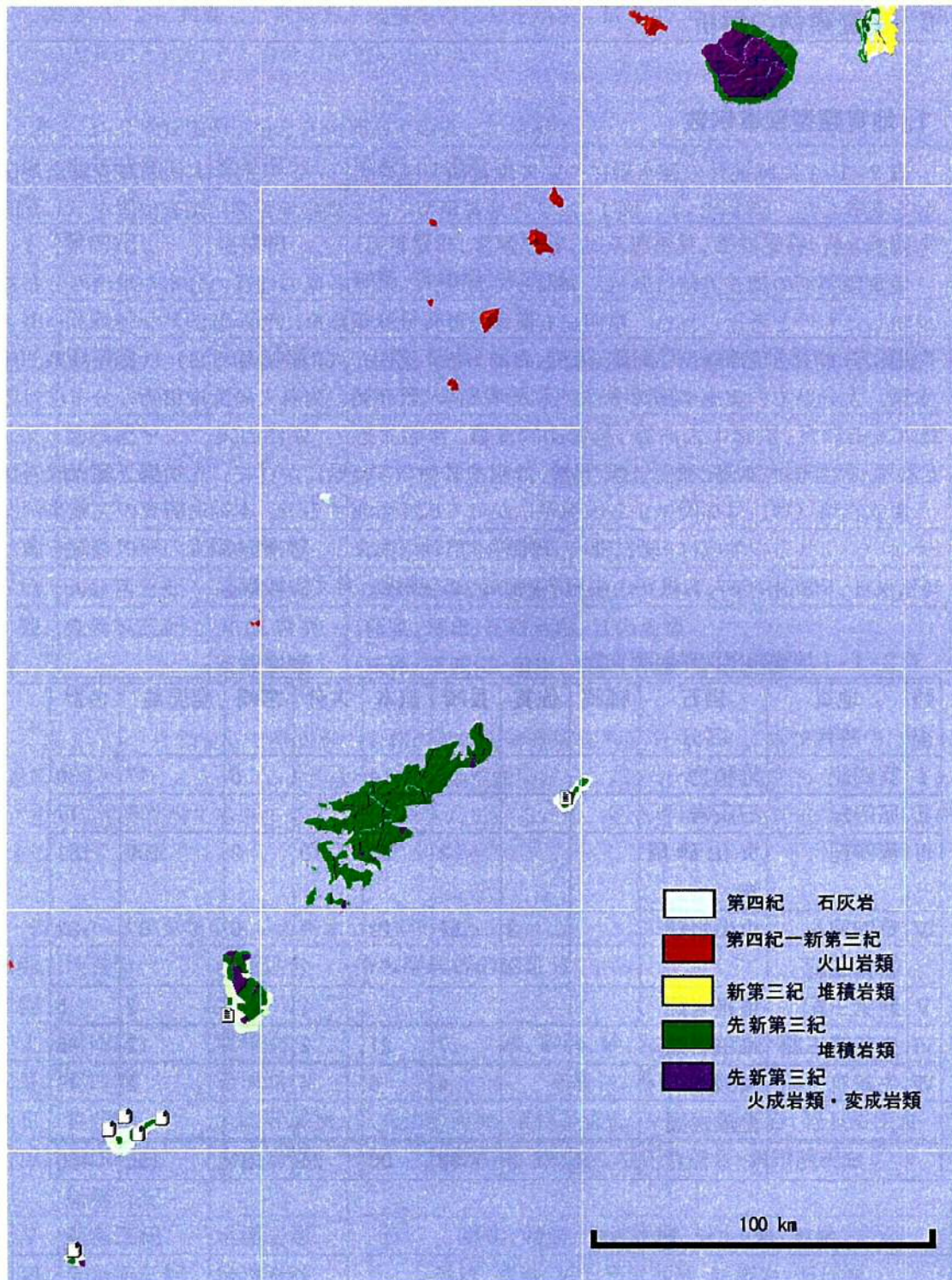


図1-3-2 譲渡地区位置図（奄美群島）

（譲渡地区位置図の地質図は、地質調査所（1995）「日本地質図データベース」の地質図画像を元に、後述する地質類型区分（p10-11）により塗り分けたものである。調査位置図は杉本智彦作成のフリーソフト「カシミール3D」を使用して作成した。白い線で1/20万地勢図の区画を示した。）

Ⅱ. 調査事例の解析

1. 地質類型別事例数

表2-1-1に試掘井の帯水層について地質類型区分を行い、県別の本補助調査実施地区数を集計した。図1-2-1、図1-2-2の地質類型による概略地質図に調査位置を示した図も対照されたい。

地質類型別の調査実績は県毎に異なっており、これは各県の地質の分布や畑地の分布を反映したものと考えられる。第四紀石灰岩(Ⅱ)は鹿児島県にしか事例がないが、奄美・沖縄に分布する琉球層群に対応したものである。第四紀火山砕屑物(Ⅲ)は鹿児島県、熊本県、大分県での実施事例が多いが、入戸火砕流堆積物、阿蘇火砕流堆積物の分布に対応している。

しかし、先新第三紀堆積岩類(Ⅵ)は熊本県から宮崎県にかけて、先新第三紀火成岩類・変成岩類(Ⅶ)は福岡県から佐賀県にかけて広く分布するが、本補助調査の実施事例は少ない。これらの地域は山地であり小規模な農地が点在し、本補助調査の採択条件を満たすことができなかつたことが、実施事例が少ない要因と考えられる。

表2-1-1 地質類型別県別調査数

類型	地質時代	岩石区分	福岡	佐賀	長崎	熊本	大分	宮崎	鹿児島 ^{*1}	合計
I	第四紀	堆積物			3	4		6	17	30
II	第四紀	石灰岩							17	17
III	第四紀	火山砕屑物			3	30	10	9	109	161
IV	第四紀～ 新第三紀	火山岩類		3	51	29	7	5	37	132
V	新第三紀	堆積岩類	1				1	1	2	5
VI	先新第三紀	堆積岩類	4		7	21	2		12	46
VII	先新第三紀	火成岩類・ 変成岩類	3		4	6	4		2	19
			8	3	68	90	24	21	196	410

*1 鹿児島県の柏木(S51年)、中山(S52)、市成(S56)、大隣(S57)の4地区は各2本掘削を行っており、本表では試掘井1本を1調査(1地区あたり2調査)として集計している。これらの地区の地質類型はⅢである。また、本ページ以降においても同様の集計を行った。

表 2-1-2 に調査した地層名と地質類型区分を示す。既存の 1 / 5 万地質図、1 / 20 万の地質図と比較する場合の参考にされたい。

表 2-1-2 地質類型区分と九州管内で調査した地層名

類型	地質時代	岩石区分	調査した地層名
I	第四紀	堆積物	(琉球層群、宮崎層群、加久藤層群、都城層群、八ノ久保) 砂礫層、沖積層、洪積層
II	第四紀	石灰岩	琉球層群石灰岩層
III	第四紀	火山碎屑物	(入戸、阿多、始良、阿蘇、耶馬溪) 火砕流堆積物、大隅降下軽石層、口之津層群火砕流堆積物
IV	第四紀～ 新第三紀	火山岩類	桜島溶岩、霧島火山岩類、雲仙火山岩類、金峰山火山岩類、松浦玄武岩類、豊肥火山岩類、長崎火山岩類、肥薩安山岩類
V	新第三紀	堆積岩類	宮崎層群、国分層群、大野層群
VI	先新第三紀	堆積岩類	関門層群、芦屋層群、姫の浦層群、四万十層群、日南層群
VII	先新第三紀	火成岩類・ 変成岩類	(領家、綿田) 花崗岩類、江の島層 (三郡、三波川、田川、筑後、西彼) 変成岩類

表 2-1-3 に調査した帯水層の岩相の細区分と地質類型区分を示す。本報告書では揚水量等の集計やヒストグラムを作成するため地質類型区分は細分せず大きな区分とした。そのため同じ地質類型でもさまざまな岩相を含んでいるため、透水性にもさまざまなものが存在することに注意されたい。

表 2-1-3 地質類型区分と帯水層岩相の細区分

類型	地質時代	岩石区分	帯水層岩相の細区分
I	第四紀	堆積物	礫、砂礫、砂、粘土を含む砂礫
II	第四紀	石灰岩	石灰岩、石灰質礫岩
III	第四紀	火山碎屑物	火山碎屑物、溶結凝灰岩、シラス、凝灰岩、軽石凝灰岩
IV	第四紀～ 新第三紀	火山岩類	玄武岩、安山岩、凝灰角礫岩、角礫凝灰岩
V	新第三紀	堆積岩類	砂岩、礫岩、砂泥互層、シルト岩、泥岩
VI	先新第三紀	堆積岩類	砂岩、頁岩、砂岩頁岩互層、粘板岩、石灰岩
VII	先新第三紀	火成岩類・ 変成岩類	花崗岩、花崗閃緑岩、火砕岩、 砂質片岩、泥質片岩、黒色片岩、緑色片岩、蛇紋岩

2. 地質類型別揚水量

表 2-2-1 に地質類型別の試掘調査における揚水量の集計結果を示す。揚水試験の実績があったのは 378 事例で、最大 2,900m³/日、最小 2m³/日で 3 桁の開きがある。そこでヒストグラムの表示では対数区分とし 10 倍の区間を 3 分割した（1 区間の違いは $\sqrt[3]{10} \approx 2.15$ 倍）。図 2-2-1 をみると全事例の揚水量は 464 ~ 1000m³/日の区間の事例が最も多いが、揚水量の分布はこの区間に対して非対称で、揚水量が 1000m³/日以上的事例は少なく、揚水量が 464m³/日未満の事例が多いことがわかる。算術平均を用いると事例が少ないが揚水量が大きいものの影響を受け平均値の大きさと事例数分布がかけ離れるため、比較を行う場合は幾何平均を用いる。中央値は事例数の半数がその揚水量以上（または以下）であることを示す値である。地下水開発にあたって揚水量を想定する場合は、幾何平均か中央値が参考になると考えられる。

図 2-2-2 に地質類型別の揚水量ヒストグラムを示す。揚水量が大きいのは第四紀堆積物（Ⅰ）で、平均 518m³/日、中央値 900m³/日で 1000-2154m³/日の事例数が多い。ついで揚水量が大きいのは第四紀火山砕屑物（Ⅲ）で平均 358m³/日・中央値 600m³/日、3 番目は第四紀～新第三紀火山岩類（Ⅳ）で平均 298m³/日・中央値 432m³/日となっている。揚水量が小さい地質類型は新第三紀堆積岩類（Ⅴ）、先新第三紀火成岩類・変成岩類（Ⅶ）、先新第三紀堆積岩類（Ⅵ）で平均揚水量はそれぞれ 67m³/日、81m³/日、106m³/日となっている。

表 2-2-1 地質類型別揚水量の集計（揚水できない地区を除いた集計）

地質類型	揚水量（m ³ /日）					
	事例数	最小	最大	中央値 ^{*1}	算術平均 ^{*2}	幾何平均 ^{*3}
Ⅰ	29	28	2,000	900	809	518
Ⅱ	13	3	1,500	311	374	151
Ⅲ	150	7	2,900	600	715	358
Ⅳ	120	5	2,700	432	541	298
Ⅴ	4	7	1,300	47.5	351	67
Ⅵ	43	2	1,092	150	249	106
Ⅶ	19	4.3	800	106	174	81
	378	2	2,900	400	571	267

*1 数値を大きい方から小さい方に並べた場合に中央の順位となる数値。メジアン

*2 各数値を足しあわせて、数値の個数 n で割ったもの。相加平均。通常用いられることが多い

*3 各数値を掛け合わせて、数値の個数 n の根をとったもの。相乗平均。

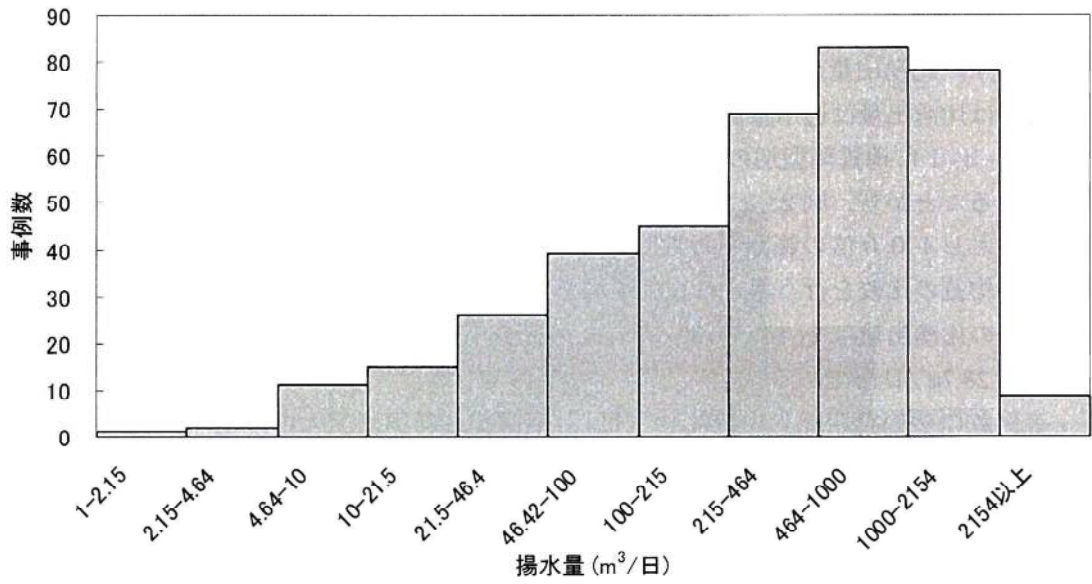


図 2-2-1 揚水量のヒストグラム (1区間は約2.15倍= $10^{1/3}$ とした)

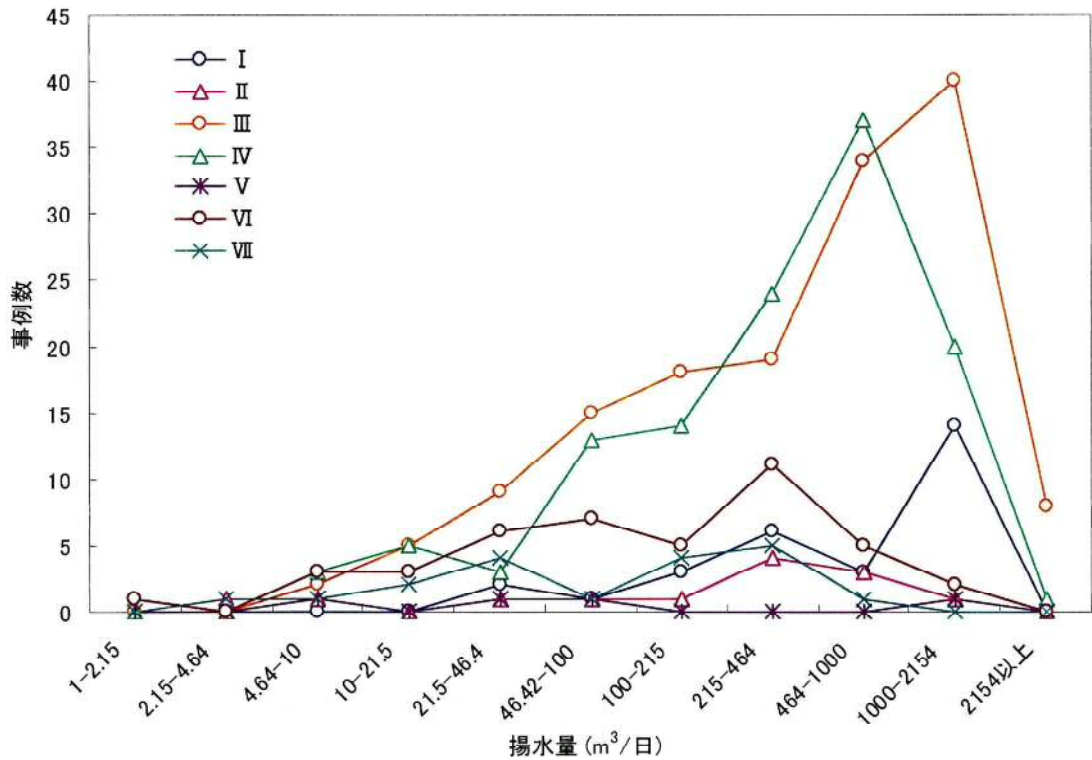


図 2-2-2 各地質類型の揚水量のヒストグラム (1区間は約2.15倍= $10^{1/3}$ とした)

3. 地質類型別比湧出量

比湧出量は揚水量を水位降下量で割ったもので、値が大きいほど良好な井戸であることを示す。比湧出量は透水量係数（＝透水係数×帯水層厚）と同じ次元をもち、被圧帯水層では比湧出量は透水量係数と比例関係にある。

表 2-3-1 に地質類型別の比湧出量の集計結果を示す。比湧出量は最大と最小で 6 桁も異なることから、図 2-3-1 及び図 2-3-2 のヒストグラムの区分は揚水量と同様に対数区分とし 100 倍の範囲を対数で 3 分割した（1 区間の違いは約 4.64 倍となる）。以下の平均値の比較を行う場合は幾何平均を用いる。

全体の比湧出量は 21.54 ～ 100m³/日/m の区分が最も多く、幾何平均が 26.7m³/日/m、中央値が 28.7m³/日/m である。

事例数の多い第四紀火山砕屑物（Ⅲ）、第四紀～新第三紀火山岩類（Ⅳ）は幾何平均でそれぞれ 35.7m³/日/m、31.8m³/日/m とほぼ等しく、ヒストグラムもほぼ同様の分布を示す。第四紀堆積物（Ⅰ）、第四紀石灰岩（Ⅱ）は全体に比べて平均の比湧出量が大きい。第四紀堆積物（Ⅰ）は 100 ～ 464m³/日/m の区分の事例数が多い。第四紀石灰岩（Ⅱ）は 21.54 ～ 100m³/日/m の区分が多く次いで 464 ～ 2154m³/日/m の事例が多い。新第三紀堆積岩類（Ⅴ）、先新第三紀堆積岩類（Ⅵ）、先新第三紀火成岩類（Ⅶ）は平均比湧出量がそれぞれ 2.88m³/日/m、6.82m³/日/m、3.83m³/日/m と全体に比べて小さい。

表 2-3-1 地質類型別比湧出量の集計

地質類型	比湧出量（m ³ /日/m）					
	事例数	最小	最大	中央値	算術平均	幾何平均
I	28	0.96	2,932	118.7	296	77.3
II	13	1.43	3,000	49.5	372	56.7
III	149	0.20	29,000	34.4	466	35.7
IV	115	0.12	6,000	33.5	209	31.8
V	4	0.18	197	1.47	50.0	2.88
VI	42	0.14	1,160	5.79	59.1	6.82
VII	19	0.07	71.4	5.17	14.5	3.83
	370	0.07	29,000	28.7	296	26.7

（揚水の無い地区、揚水記録の無い地区は除いた）

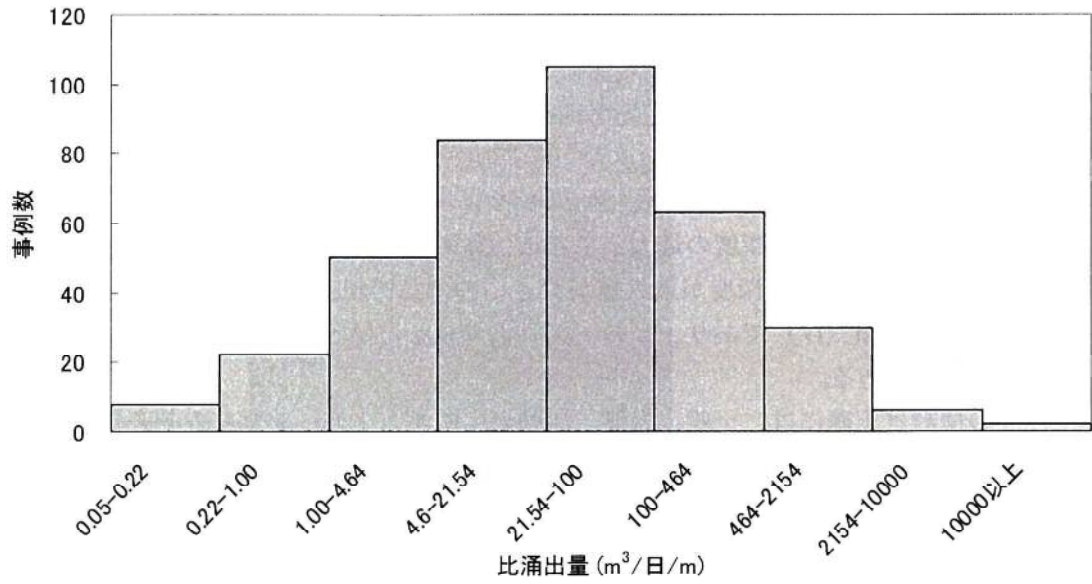


図 2-3-1 比湧出量のヒストグラム (1区間は約4.64倍=100^{1/3})

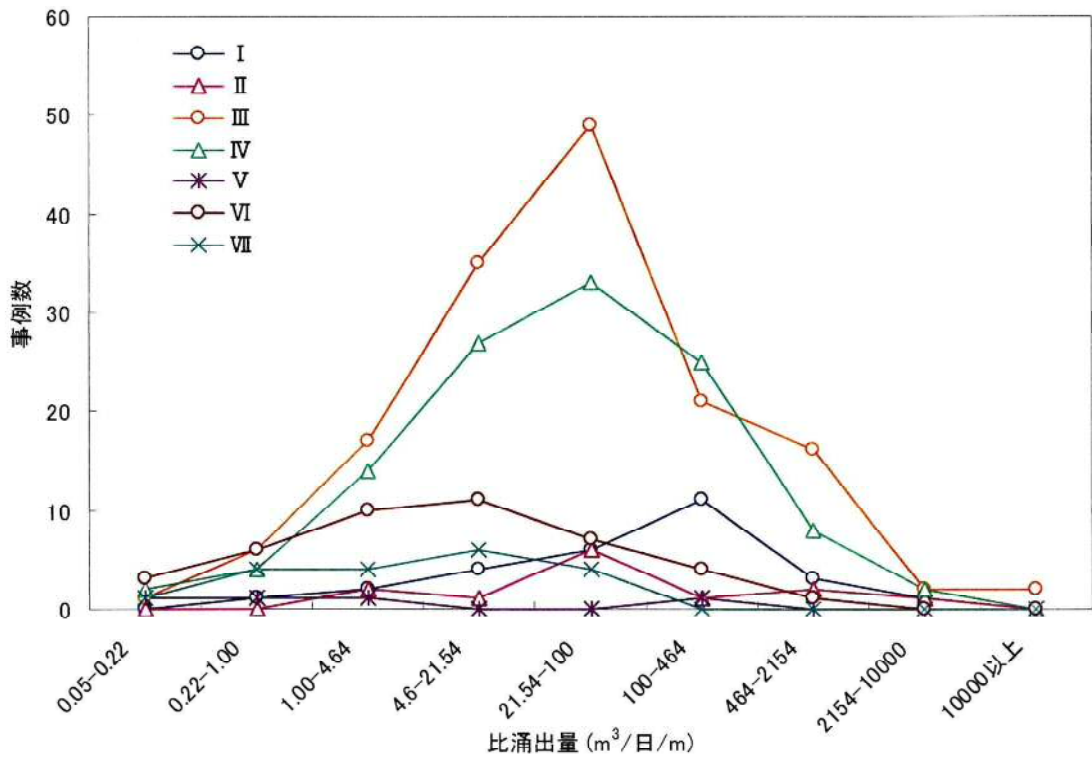


図 2-3-2 各地質類型の比湧出量のヒストグラム (1区間は約4.64倍=100^{1/3})

4. 地質類型別掘削深度

地質類型別の試掘井掘削の深度を集計した。

図 2-4-1 に全体の掘削深度のヒストグラムを示す。事例数が多いのは 75 ～ 100m、100 ～ 125 m の区分であり、125 m 以上の事例は少なくなっている。全体の掘削深度の算術平均は 90m であった。

表 2-4-1 に地質類型別の集計表、図 2-4-2 に地質類型別のヒストグラムを示す。第四紀石灰岩（Ⅱ）は掘削深度の最大が 74 m、算術平均が 46 m と他の地質類型に比べて掘削深度が浅い。掘削深度が最大値が大きいのは第四紀火山砕屑物（Ⅲ）、第四紀～新第三紀火山岩類（Ⅳ）であり、ヒストグラムで見ると第四紀火山砕屑物が掘削深度がやや浅い傾向がある。

以上の検討は正確には、一般、岩盤、活動火山関連と 1 地区あたりの調査費が異なること、昭和 40 年代から現在までの諸物価・人件費が異なることを考慮する必要がある。

表 2-4-1 地質類型別掘削深度の集計

地質類型	掘削深度 (m)					
	事例数	最小	最大	中央値	算術平均	幾何平均
I	30	30	128	77	77	72
Ⅱ	17	30	74	40	46	44
Ⅲ	161	33	180	83	90	85
Ⅳ	132	32	185	100	100	96
V	5	77	100	90	90	89
Ⅵ	46	30	130	84	84	80
Ⅶ	19	52	132	90	89	86
	410	30	185	90	90	85

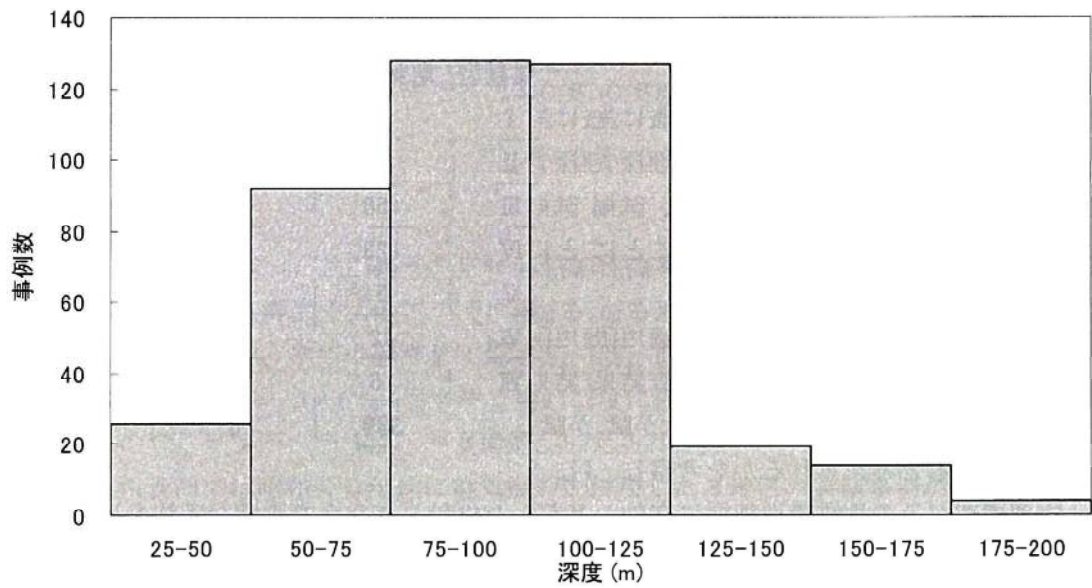


図 2-4-1 掘削深度のヒストグラム

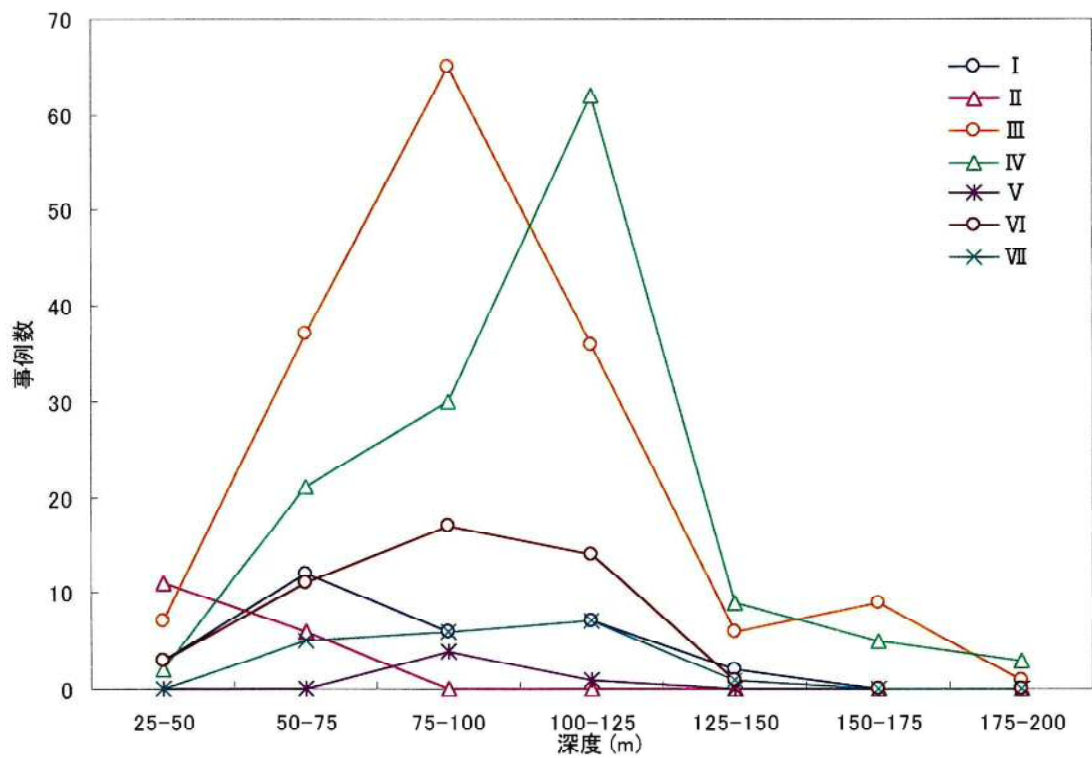


図 2-4-2 各地質類型の掘削深度のヒストグラム

5. 地質類型別物理探査

表 2-5-1 地質類型別の物理探査実施地区数

地質類型	電気探査	放射能探査	弾性波探査
I	28	1	1
II	17	0	1
III	158	2	0
IV	123	6	1
V	5	0	0
VI	42	1	0
VII	16	1	0
	389	8	3

1) 物理探査選定の考え方

水文地質調査のあと、試掘調査に先立ち物理探査が実施される。物理探査の目的は帯水層の構造を推定し、試掘井の位置やその深度を決定することにある。

物理探査はそれぞれの特徴と適用限界があることから、水文地質調査結果からどのような地質構造に地下水が賦存していると考えられるかを考察し、物理探査がその地質構造把握に有効かどうかを検討したうえで適切な手法を選択する必要がある。また探査結果から得られる地質構造も一義的ではないので水文地質調査結果と併せて探査結果の解釈を行う必要がある。

2) 地下水賦存の一般的な構造

地下水が賦存する地質構造は大きく2つの構造がある。1つは地層そのものが透水性が高い場合（層状水）であり、もう一つは、断層・褶曲の地殻変動を受けて地層の一部に亀裂等が発達し透水性が高くなっている場合（裂か水）である。

前者の層状水の場合、地層はほぼ水平の構造であり、地質類型では第四紀の堆積物（I）及び石灰岩（II）、新第三紀の堆積岩類（V）、第四紀火山砕屑物（III）、第四紀～新第三紀の火山岩類（IV）がこのような地質構造を持つことが多い。

後者の亀裂水の場合は、一般に水平ではなく傾きを持った面として分布し、地表には帯状～線状に露出する。亀裂水が発達する地質類型としては先新第三紀堆積岩類（VI）、先新第三紀火成岩類・変成岩類（VII）が挙げられる。第四紀火山砕屑物（III）、第四紀～新第三紀火山岩類（IV）には冷却による亀裂が発達する場合がある。

3) 電気探査

電気探査は大地に電流を流し発生した電位（電圧の差）を測定して、地層の比抵抗（電気の通しにくさ）の分布を把握する探査手法である。地層が水平に分布することを前提にして探査地点中心の直下の垂直比抵抗構造を把握する垂直電気探査と、測線の下に比抵抗断面を把握する2次元探査に大別できる。

表 2-5-1 から地質類型にかかわらず多くの地区で電気探査が実施されていることがわかる。垂直電気探査は本来層状水の把握に適した手法であるが、電気探査の実施事例のほとんどが垂直電気探査であった。近年は、先新第三紀堆積岩類（VI）の地区（熊本県 H15 井手平、福岡県 H16 法花寺）に2次元探査が導入された。

4) 放射能探査

放射能探査は、地表深部から亀裂を通して地表に放出される自然のガンマ線を測定し、地層の亀裂の分布を把握する探査手法である。

九州管内でも電気探査と併用して8地区の実施事例がありほとんどが裂か水把握のため採用された。

5) 弾性波探査

人工的に起震し、地下構造を反映した弾性波を測定する探査方法で、屈折法と反射法がある。屈折法は、地下の速度層が異なる地層境界で屈折した屈折波の遅れを測定するもので、地下の速度層の厚さと速度、低速度帯が捉えられる。反射法は地層の音響インピーダンス（弾性波速度と密度に依存）の異なる面での反射面を捉えるもので、反射面の連続性、速度構造が捉えられる。

九州管内では昭和40年代に電気探査と併用した3地区の実施事例がある。

6) 電磁探査

地中に入射した電磁波の2次的な応答（磁場、電場）を測定することにより、地下の比抵抗構造を把握する探査手法である。

ループ・ループ法やVLF法は探査装置を数人で運搬することが可能で、測線上の深さ20～60m程度に存在する亀裂等を把握するのに用いられる。CSAMT法、TEM法は送信機を遠方に置き、受信機を測線上に移動させて測定し、地下数100～数kmの比抵抗断面を把握する調査である。そのほか探査装置をヘリコプターでつるして行う空中電磁法がある。

九州管内の本補助調査での実施事例はないが、直轄の地下水調査には導入されている手法である。

平成 年度畑作振興深層地下水調査報告書									
県 名		地 区 名		所 在 地		受益見込面積		予定事業名及び事業年度	
						ha			
事業区分				樹 園 地	樹 種				小 計
面積 (ha)		(ha)			成 木				ha
					未成木				ha
調 査 費	区 分	水文地質調査		物 理 探 査		試掘調査		計	備 考
				電 気 探 査	弾 性 波 探 査				
	総 額	千円		千円		千円		千円	
	補助金	千円		千円		千円		千円	
調 査 実 績	調査項目		事 業 量		実 施 年 月 日		請 負 業 者 名		
	水文地質調査		km ²		H. . .				
	電気探査		点		H. . .				
	弾性波探査								
	試掘調査		深度	m、口径	mm	H. . . ~ H. . .			
調 査 結 果 要 旨	水 文 地 質 層	地 形							
		帯 水 層	地質時代	地層名	岩 質 名		比抵抗値		※地下水の種類
							Ω m		
						Ω m			
		基 盤 岩							
		帯水層の 分布状態							
	帯 水 層 定 数	適正揚水量		m ³ /日		比 湧 出 量		m ³ /日/m	
		透水係数 (k)				貯留係数 (S)			
		透水量係数 (T)				R (S = 0.1 m)		m	
採 水 計 画	必要水量		m ³ /日		算 出 基 礎				
	追加さく井 可能地点と 見込水量		位 置						
			見込水量						

採択年度 平成 年度 地区名 県名

試掘調査概要							
位置						現況地目	
土地所有者							
使用機械	P. R	1/50,000 地形図	図幅名		位置		
作井期間	年月～年月(日間)		北緯 ° ' "			東経 ° ' "	
深度	m						
掘進口径	mm	深度	標高	層厚	記号	岩質名	※地下水
ケーシング径	mm						
自然水位	m						
揚水水位	m						
水位降下	m						
揚水量	m ³ /日(24h)						
自噴量	m ³ /日(24h)						
水温	°C						
水質	かんがい適・不適						
ストレーナ全長	m						
所見							

※ 良好帯水層◎ 帯水層○ 非帯水層×

水 文 地 質 平 面 図

地 質 断 面 図

採択年度

平成

年度

地区名

県名

試掘調査概要図