

(1) 地質・地形からみた干害発生構造の研究

著者	西川 泰
雑誌名	防災科学技術総合研究報告
号	20
ページ	5-18
発行年	1969-03-28
URL	http://id.nii.ac.jp/1625/00002577/

(1)地質・地形からみた干害発生構造の研究

西川 泰
国立防災科学技術センター

Geological and Geomorphological studies on the
Mechanism of the Occurrence of Drought Damage

By

Y. Nishikawa

National Research Center for Disaster Prevention

Summary

This paper deals with Nagasaki Prefecture and Ōshima I. in Yamaguchi Prefecture that seem to be typical districts of drought damage in Western Japan in 1967, and is consisted of geological and geomorphological studies on the mechanism of occurrence of drought damage.

For the Nagasaki district, studies were made mainly by the efficient use of paddy rice data, and for Ōshima I. by the use of orange data.

In both districts the mechanism of occurrence of drought damage is made clear, and it is possible to divide locally the danger degree of drought damage, and further to point out the direction of its prevention.

In both districts the drought damage is related to the tectonic geological conditions that control the state of water held by soil.

目 次

1. はしがき	6	あり方	13
2. この研究方法の特徴	6	4. 山口県大島における干害発生構造と 干害対策	14
3. 長崎県(主部)における干害発生構造 と干害対策	7	4.1 昭和42年における大島の干害 の特徴	14
3.1 昭和42年度干害統計の利用価値...	7	4.2 みかん園での干害発生構造	16
3.2 地域別にみた干害発生構造	9	4.3 大島みかん園の干害対策	17
3.3 地質構造からみた長崎県干害危険 度区分	12	5. まとめ	18
3.4 長崎県における今後の干害対策の		参 考 文 献	18

1. はしがき

昭和42年の西日本干ばつにあたり、種々の形態を持った干害が発生したが、農業においては次のような特徴が認められる。第一の特徴は水稻作において干害の発生地帯はごく局所的なものとなり、平野部では一般的に干害が発生しなかったといつてよいことである。干害発生地帯は棚田、谷地の上位部に限られ、そこでの用水は天水、湧水および溜池に依存しているのが普通である。平野部では特に戦後期における干害対策を計算に入れた用水改良事業の進展によって、戦前ならば相当の干害が発生するであろう地域で今回は発生しなかった地域が実に多い。最近に至るまで、幾百年の間何回も繰返されてきた水稻干害の歴史を顧みると、昭和42年の水稻干害は干害史における大きな転換期を示しているといつて過言でない。第二の特徴は、天水かんがいのみに依存していた畑地帯では全面的に干害が発生し、特に北九州地方が深刻であったことである。第三の特徴は昭和30年代以降飛躍的な伸長をみせているみかん園地帯で、灌水施設が皆無に近い状態であったため相当広範囲にわたって干害が発生し、当年の収穫量が半減したことである。

これら三つの特徴を通じていえることは、干害発生要因として干天日数の異常な継続という基礎的条件をあげ得るのはもちろんであるが、干害発生地帯、干害程度の強弱を詳細にみれば何らかの意味において用水や土壌水分に不足を生じており、その原因が単に用水施設の不備というよりも地形、地質、土性等土地の持っている自然条件との関連が深いということである。したがって、昭和42年干害を対象として、地形学や地質学を応用することによって干害発生構造や干害対策のあり方を考究することは意義あることと思われる。

地質学等の方法で干害発生構造を解明することの意義を理解し得ても、干害対策を論ずる意義については理解し難いおそれがあるので付言しておく。干害対策は、直接には人工的なもので解決されるが、用水施設整備、深耕等干害対策工事を実施しようとする場合、その事業の投資効率や技術水準の限界から、対策の及び得る範囲がおのずから地形、地質等の条件によって左右されることに気付くであろう。このことは、地形、地質等が干害対策工事という人為的なものを媒体として干害と間接的に関係があるものと理解されるべく、

この意味において地形、地質からする干害対策をも考究しようとするものである。さらに、昭和42年干害が選択的ではなく極限状態にある土地利用体系のもとに発生しているものとみなすならば、干害対策の限界を土地の自然条件から解明することは必要と思われる。

2. この研究方法の特徴

ここに展開する研究方法については、従来その例の少ないことならびに対象地域に応じて二つの異質な方法に拠っていること等の理由から、研究方法自体に関して、あらかじめ簡単な説明を要する。

干害と土地条件の関係についての調査研究は、従来農学における土地利用区分法の体系の中に見出すことができる。それによれば、地形関係では土地の傾斜度と耕地種別・土壌侵食度・土壌の降雨貯留機能等との関係にふれたりするいわば傾斜度を基準にする研究が大部分である。稀に、微視的な斜面の形質（上昇斜面、下降斜面等の概念がこの事例）や巨視的な丘陵、台地、平野と土地利用との関係が論じられている。地質関係では単一の岩種（花崗岩、第三紀層等の例で表現され、それには土性、土層の厚さ等との関係が無意識のうちに含まれている場合が多い）と土地利用との関係を一義的に論じられてきた。従来このような方法は基礎知識として欠くことができないう、全国的視野に立ってあるマスタープランを策定するような場合は有用であろう。しかし、今回の干害発生構造をみってみると、その機構が繊細であり、特に水（地表、地中ともに）の存在状況をめきにしては考えられないこと、さらに干害発生地帯は傾斜地が主であるが、そこでの傾斜度や岩種と土地利用との対応関係は従来の方法では整然とした傾向を見出すのに困難を伴うことが多いという特徴が認められる。今回の干害を従来地形、地質的方法で解析したとしても、その成果の適用範囲は極めて限定されたものとなることは十分予想できるところである。

この研究方法の特徴としては地層をなるべく単一に見ないで複合して捉えること（例えば玄武岩との二重構造）、地層の透水性や土層の厚さと地質との関係に留意すること、昭和42年度の干害状況を貴重な実験値とみなすこと等にある。このような特徴を持った方法で、干害に地域差が現われることについての構造的解釈を行ない、その解

釈に基づいて干害危険度地域区分を試み、さらに地域特性に応じた干害対策を考察しようとするものである。このような方法による研究は、一口にいえば地質構造からみた干害発現地域特性研究と称して差支えないと思う。地下水、土層の厚さや透水性、さらに地形にいたるまでいずれも地質構造によって左右されており、地質構造による解釈が理解もし易いと考えられるからである。

この研究では、対象地域として長崎県（主部）と山口県大島を選んでいるが、両地域におけるそれぞれの研究方法の差異を述べておく必要がある。両地域共地質構造的な考察を行なっていることには変わりはないが、現地調査や参考資料の精度が異なり、この精度の差が研究方法や研究成果に相違をもたらしている。長崎県については作物被害や耕地の状態など重要な資料は市町村単位のものであり、地質図は20万分の一の縮尺、地形図は5万分の一の縮尺のものを基準資料として解析している。このような方法は他の干害県でも比較的容易に適用できるであろう。山口県大島については、現地踏査を行ない、干害資料は部落別単位まで採用し、個々の地区での具体的な干害状態を把握するよう努めた。このような方法で、主に果樹園について考察してみたが、この方法例を他地域に及ぼす場合は長崎県での方法に比べてより多くの時間を要するであろう。

3. 長崎県（主部）における干害発生構造と干害対策

3.1 昭和42年度干害統計の利用価値

長崎県では昭和42年に昭和14年以来の激しい干害が発生し、各種農作物の干害被害状態が公表されている。この研究目的である地質構造からみた干害危険度地域区分をするためには、少なくとも市町村別の被害実態に基づかねばならないが、それらは作物別、干ばつ時期および干ばつ年の三要素を統合して初めて完成されるものである。干ばつ年による干害程度の差を無視できないのは、強い干ばつ年と弱い干ばつ年とで各地域の干害程度にある種の相関関係があるかも知れないが、昭和42年のように激しい干ばつ年では広範囲に深甚な被害が現われ、地域差が統計の上では消されてしまう傾向があり（例えば昭和42年の陸稲干害統計）、地域区分研究のために不完全な資料となることがあるからである。弱い干ばつ年での干害資料も、強い干ばつ年でのそれに比べて資料とし

てはより有用な場合もある。作物別、干ばつ年、干ばつ年の三要素を採りあげた総合的解析作業をすべきであろうが、この研究では干害危険度区分法の一例を示す意味で、昭和42年の水稲市町村別作況指数を中心的資料としてある。この資料を重視したのは、地域差が明らかに認められること、干害対策のきめ手を水に求める場合、水稲干害資料が水との関係を最も示していること、水稲にみられる干害地域差の傾向は、畑作物や果樹における干害地域差の傾向と相似性が認められること等の理由によるものである。

水稲と畑作物の干害地域差の同一傾向、すなわち水稲干害の強く現われた地域では畑作物干害もより強く現われるということは、天水・湧水掛りの地帯では土壌水分との関係から理論として理解できるものであるが、実際に島原半島における事例を示してみると図-1のとおりである。

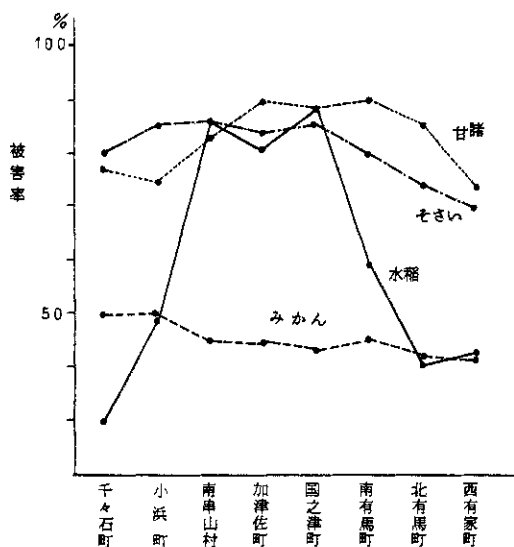


図-1 島原半島西部地方作物別干害被害率

(昭和42年10月20日
加津佐農業改良普及所調べ)

このようなことから、昭和42年水稲干害資料を基礎にして行なった干害発生構造の解明や干害危険地域区分は、単に水稲の場合に適用されるにすぎないというだけでなく、それ以上の基礎的、共通の利用を期待してもよいと思う。

まず、干害や耕地条件に関する基礎資料を知るため、農林省長崎統計調査事務所による昭和42年長崎県市町村別稲作状況統計ならびに農林省農

地局による耕地の状況別集計から、特に関係のある資料を抜粋、編集したのが表-1に示す長崎県主部市町村別稲作干害関係基本資料である。

表-1から、長崎県主部で発生した昭和42年干害について次のような特徴を読み取ることができる。

(1) 水稻と陸稲を対比してみると、県全体の作況指数がそれぞれ88%, 5%と極めて対照的である。従来の干ばつ年(明治10年以降では明治27年, 大正11年, 昭和4, 9, 14, 26, 30, 33, 35, 36, 39, 41年がそれで、特に激しい干害の発生したのは明治27年と昭和14年である)においては、今回のような両極現象がそれ程顕著ではなく、このことは今回の干ばつが極めて深刻であったのと同時に、ある地域では水稻の干ばつに対する安定性が增大していることを示しているといえよう。

(2) 水稻の作況指数において、県での最低値が島原半島南部に位置する口の津町の37%であり、最高値が島原半島北部に位置する瑞穂村の114%であることに示されるとおり、市町村によって干害程度に著しい差異がある。畑作物や果樹に比べ、この較差の著しいのが水稻における特徴であって、干ばつに対する抵抗力が地域によって著しい相違のあることを示している。

(3) 水稻災害の発生地域は、ごく常識的には傾斜地であるかに思われているが、長崎県のように地質条件の複雑なところでは、この常識が常識として通用しないことの多いことを、水稻作況指数と水田傾斜区分面積比とを対照してみればよくわかる。例えば前項(2)で例示した瑞穂村と

表-1 長崎県主部市町村別稲作干害関係基本資料

地 域	市 町 村 名	昭和42年稲作状況						水田の傾斜・地下水位			
		水 稲			陸 稲			水田傾斜 区分面積比	水田地下 水位区分面積比		
		ha	kg	%	ha	kg	%		1/1,000未満	1/1,000~1/200	1/11.5以上
(小計)	県 彼 部	32,200	3,077	88	688	7	5	100	0	0	
	西 東 南	3,880	270	87	17	12	11	70~100cm	0	0	
	東 南 北	13,300	3,883	96	539	9	15	40~70cm	0	0	
	北	9,620	232	73	7	0	0	100cm以下	0	0	
西 彼 地 域	長 崎 市	674	293	92	3	0	0				
	野 母 町	53	201	71	0	0	0				
	三 和 町	105	264	89	0	0	0				
	多 良 町	258	346	94	2	0	0				
	三 重 村	149	174	65	0	0	0				
	長 時 村	240	285	85	1	0	0				
	西 海 村	233	208	62	0	0	0				
	大 西 村	464	280	95	0	0	0				
	外 大 村	664	277	91	2	127	104				
	大 瀬 戸 町	21	175	70	1	0	0				
東 南 部 地 域	早 来 町	2,520	359	88	10	0	0				
	高 井 町	560	370	93	2	0	0				
	小 飯 町	287	328	88	6	0	0				
	森 山 村	336	294	85	2	0	0				
	島 原 市	870	458	107	0	0	0				
	深 江 町	329	429	101	140	2	1				
	有 明 町	81	405	98	25	36	22				
	瑞 穂 村	177	415	101	40	2	1				
	千 石 町	256	391	94	150	2	1				
	千 石 町	567	395	95	65	2	1				
	小 浜 町	434	485	114	2	10	6				
	南 庄 町	703	481	113	2	10	7				
	加 津 町	245	480	112	1	11	7				
	津 口 町	201	312	79	6	8	5				
	南 北 町	227	456	110	1	1	1				
	県 北 地 域	佐 世 保 市	125	265	69	6	0	0			
平 戸 市		399	211	56	5	0	0				
田 平 町		145	133	37	1	0	0				
生 月 町		464	260	68	4	0	0				
大 島 村		415	430	103	8	13	9				
松 浦 市		401	466	113	13	38	25				
福 島 町		341	474	111	23	65	37				
鷹 島 村		804	315	87	1	0	0				
江 迎 町		325	325	88	1	0	0				
鹿 野 町		736	402	104	2	0	0				
小 佐 井 町		1,360	401	102	25	32	26				

注 1. 稲作状況は農林省長崎統計調査事務所の資料による。
 2. 水田の傾斜・地下水位は農林省熊本農地事務局農土改良調査報告による。
 3. 水田の傾斜・地下水位区分面積比は天地一段の長さで100%とする棒グラフで示す。棒のないところは、当該の水田のない場合である。

口の津町について対比すると表-2のとおりである。

表-2 作況と耕地傾斜の対比

	水田の傾斜区分(単位ha)					水田面積 計 ha	水稻作況 指数 %	陸稲作況 指数 %
	1/1000	1/1000	1/100	1/20	1/11.5			
	未満	1/100	1/20	1/11.5	以上			
瑞穂村	—	80	48	46	251	425	114	6
口の津町	59	—	51	3	42	156	37	—

表-2をみてもわかるとおり、瑞穂村では口の津町に比べて傾斜地の開田がはるかに進んでおり、平坦地での水田はほとんどなく大部分が棚田、谷地田の景観を呈しているが、傾斜地水田が干ばつに弱いという常識とは逆に豊作であり、口の津町では比較的緩傾斜の水田が多いにもかかわらず強い干害を受けた。このようになった原因としては用水施設整備の影響もあるが(特記すべき用水施設の差は認められない)、それよりも雲仙火山群に降った雨が、どのような経路をへて用水となり得るかに強く支配されるもので、さらに降雨から用水までの経路は耕地の開けているところの後背地の地質構造に支配されているものと考えられる。この例のように、市町村別作況指数は水稻作の干ばつ抵抗ともいべきものが地質構造から強い影響を受けていることの反映とみなし得るのである。

3.2 地域別にみた干害発生構造

市町村を地域単位として、長崎県主部全般にわたる各地域グループの干害発生構造に関する地質的考察を述べてみよう。なお、参考までに図-2長崎県市町村界図および図-3長崎県主部地質概略図を掲載しておく。図-3はこの研究に必要最小限の地質図として筆者が編集したものである。

3.2.1 佐世保層群が玄武岩体に覆われた地域

北松地域がこの型にあたる。本地域では、耕地のほとんどが佐世保層群中に開かれており水田は当然傾斜地であって谷地田または棚田状を呈し、畑地も8°以上の相当急な斜面に開かれている。玄武岩体中には耕地はほとんどなく、用水源は玄武岩体をキャップロックとしたキャップウォーターに依存するのが基本となっている。したがって天水、湧水および溜池掛りの水田が多い。溜池若しくは

小河川といえどもその水源はキャップウォーターの湧水に拠る部分の多いことを忘れてはならない。

ところでキャップウォーターの供給量ならびに持続性の多少・長短に応じて干害程度に当然差がでてくる。キャップウォーター供給限界の狭い地域としては世知原町(水稻作況指数84%,以下同じ)、吉井町(67%),佐々町(70%)および佐世保市(73%)があげられ、供給量が十分ある地域としては江迎町

(95%),鷹島町(98%),福島町(99%)をあげ得る。前者のグループでの干害程度は中位で、後者のグループでは干害はほとんどないといってよい。後者の地域では水田地帯の傾斜は極めて急であり、前者の地域でははるかに緩かである。これは急傾斜地であっても作土が厚く(地すべり運動の反映とみられる)、キャップウォーターの湧水地点を間近に持っているからであろう。

3.2.2 佐世保層群で玄武岩体に覆われていない地域

耕地は3.2.1の場合と同じく佐世保層群中に開かれているが玄武岩体をキャップロックとして全

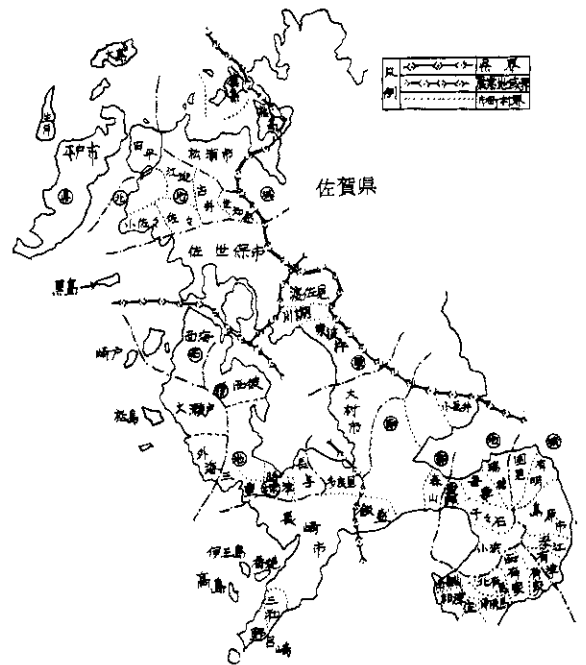


図-2 長崎県主部市町村界図

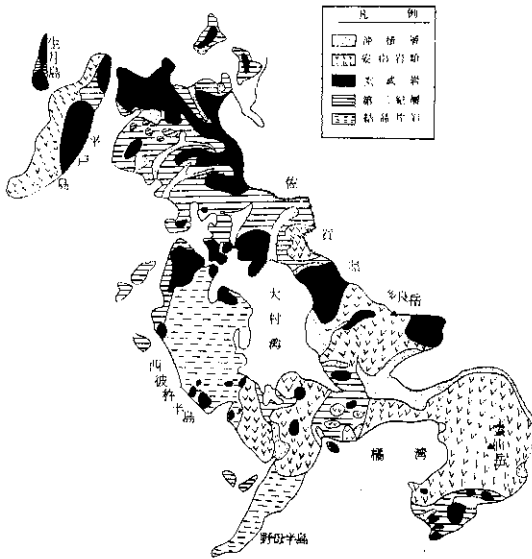


図-3 長崎県主部地質概略図
 (長崎県地質図から編集)

く持たないかあっても無視できる程小規模の場合で、いわば裸の佐世保層群中に関われている。このような地域では干害が甚しく現われる。鹿島町(60%)、小佐々町(62%)がこの例である。キャップウォータの恩恵に浴することの少ない条件下にある当地域で激しい干害の起こるのは当然といってよいが、この場合、佐世保層群自体と地すべり運動との関連を考察する必要がある。両町の水田の傾斜状態は、一般の第三紀層に開けた水田としては平均値に近いものである。ところで北松地帯は第三紀層地すべり地帯として知られているが、一般の第三紀層地すべり地帯で水田の開けたところは溜池が多く、粘土層の発達のため水田の水持ちもよく、降雨を効率よく貯留する条件を備え干ばつに対する抵抗力はもっと強いのが普通である。しかるにこの地域では溜池が少なく水持ちも悪くて干害が激しく、第三紀層中の水田地帯としてはむしろ例外に属するものである。この例外性をもたらす原因として佐世保層群自身の持つ岩質ならびに地すべり運動反映の強弱をあげることができる。佐世保層群の形成された地質時代は中新世のなかでも最も古く、岩質はやや硬質でむしろ古第三系のそれに近い。このような岩質からなる地層は元来開田に不適なのであるが、地すべり運動の何回もの繰返しによって軟質層が生成さ

れ、開田可能となるのである。北松地帯は地すべり地帯であるといっても、その原因は地質的な地すべり運動に明治中期以降の採炭の影響が加味されているものとみられており、作土の形成に役立つ地質的地すべり運動は比較的微弱のようである。北松地帯での軟質層形成の貧弱なこと、水田化率が他地方の第三紀層地すべり地帯よりも劣っていること等の事実は今述べた推測を裏付けるものであろう。地すべり運動は同一地帯内でも地域地域によって強弱のあるのが普通で、同じ佐世保層群中でも東部の方がより強いようである。溜池の発達に地すべり運動の反映することは既に知られている傾向であるが、佐世保層群中でも東部で溜池の発達がよい。このような地質的背景のなかで、裸のしかも十分もまれていない佐世保層群中の耕地では激しい干害に見舞われ易いのはむしろ当然といえよう。

3.2.3 玄武岩体からなる地域

玄武岩体そのものを単一の地盤とした地域としては田平町(66%)、松浦市(76%)および西海村(74%)があげられる。これら市町村での耕地は沖積層かさもなければ玄武岩の風化帯(土壌学では重粘土地帯)にしか開かれ得ず、後者の場合の占める面積が広い。従って、この地域での市町村別水稲作況指数は玄武岩中の水田での干ばつ抵抗力を示す指標となるのである。玄武岩風化帯中では地形(溜池を造っても集水域を得がたい)、地質(玄武岩体中に侵入した降雨は、岩のわれ目を通して水田直下を通過する)、土質(重粘土形成)等の条件が降雨の貯留機能を低下せざるを得ないようになっていて、激しい干害が発生する。

3.2.4 玄武岩を安山岩が覆っている地域

3.2.3の場合と同じく玄武岩中に耕地が開けていても、その玄武岩体の後背に、より新期の安山岩体がのっている地質構造の場合は、安山岩体からのキャップウォータの供給によって干害危険度は3.2.3の場合よりもはるかに軽減される。この関係は佐世保層群を玄武岩体が覆っている場合によく似ているのである。この地域は重粘地帯であるため集水可能ならば溜池を造り易く、事実多数の溜池群によって干害を防止している。この地域の例としては多良岳西方の東彼杵町(104%)と多良岳南方の小長井町(88%)があげられる。東彼杵町は傾斜地での水田が多いにもかかわらず

よく豊作たり得たのは、多良岳からの湧水の供給量に恵まれていること、溜池群の存在によってこれらの水を無駄に流下せしめないだけの機能を持ち得たからである。小長井町は東彼杵町よりも干害が強く現われるのは、多良岳からの水供給量の少ないためであろうと思われる。多良火山群からの水供給量が西方に多く南方に少ない理由は不明である。小長井町の玄武岩体の末端部（諫早湾沿岸部）に地下水が豊富な事実から推定すれば、多良岳からの供給水があっても玄武岩体自身の岩質（例えばわれ目が非常に発達していること等）によって水田直下を流去する地下水が多いのではないかと思われる。

3.2.5 多良安山岩と火山砕屑岩からなる地域

この地域は大村市（102%）、諫早市（88%）、高来町（93%）にみられ、火山山麓では急傾斜畑が相当開かれており、侵食谷では谷地田が形成されている。水田地帯の干ばつに対する安定性は、概して多良岳南方地帯よりも西方地帯が高い。

3.2.6 玄武岩（又は安山岩）が古第三系（杵島層群）を覆っている地域

佐世保市南部、波佐見町西部、川棚町（88%）および西海村（74%）にみられるもので玄武岩と佐世保層群との関係に似ている。急な傾斜地に水田が開かれているところが多いが、干ばつ期に玄武岩体からの水供給に持続性があり、極端な干害の発生するおそれはない。川棚町にみられる安山岩と杵島層群の関係においてもこの傾向は同じである。また、杵島層群自体の対干ばつ安定性は佐世保層群よりも劣る。これは岩質における硬軟の差が反映しているものと思われる。杵島層群中でも埴戸町（蛸浦島109%）におけるように溜池を築造できる条件のあるところでは干害の発生しなかったことは注目すべき事例であろう。

3.2.7 結晶片岩地帯

西彼杵半島および野母半島の大部分は結晶片岩で構成され、水田は谷地田の景観を示し、それらの傾斜は比較的急である。用水は天水と湧水掛りが普通であり、水田後背山地の結晶片岩の堆積面は水田側に傾斜しており（西彼杵半島全体では西に緩、東に急な非対称的背斜構造をなしているため、外海側と大村湾側とで湧水量の極端な差がない）、また谷地の崩積層の発達が悪くない。この

ような地質構造の地域では水田後背地の山体容量（俗に山の深みという）によって湧水量等が左右されるため、後背山体容量の大小に応じて干害が甚しい地帯、中位の地帯、軽い地帯と三帯分され得る。半島の幅の長い西彼杵半島では幅の短い野母半島に比べて干害程度の軽いのはこのことからして当然である。結晶片岩地域で干害の起こり易いのは野母崎町（71%）、三重村（65%）北部、軽いのは西彼村（91%）、琴海村（95%）、大瀬戸町（102%）、外海町（93%）であり、両者の中間帯として三和町（89%）、三重村南部があげられる。

3.2.8 安山岩が古第三系（諫早層群）を覆う地域

古第三系に属する諫早層群を基盤とする耕地は、諫早市（88%）西部、飯盛町（85%）、時津町（62%）等に見られるが、当地域の水田は侵食谷での沖積層かまたは丘陵緩斜面の諫早層群を基盤として開かれている。諫早層群では岩質からして耕土の生成が劣り、山地は侵食作用によって小規模の丘陵、山塊に細分されており、一方頼みとする安山岩体自体小規模であるか、あっても集水面積が狭いという特徴を持った本地域では、一般に干害が激しく現われるが時津町はその代表的なところである。

3.2.9 島原半島地域

本地域では、半島内の各地区によって干害の強弱の差が激しく、その差が地質構造に支配されることにおいて、県下でも最も明瞭に現われている。島原半島での干害発生機構は全長崎県での干害発生機構の縮図とってよい程である。水稻でみるに半島北部の愛野町（110%）、吾妻町（113%）、瑞穂村（114%）等は干ばつ年といえども平年作を十分上廻り、半島南東部の口の津町（37%）を中心とするところでは平坦地の水田が多いにもかかわらず干害が最も激しく現われた。島原半島における水稻の干害程度は半島南西部を流れる有馬川を境として対照的な相違が認められる。有馬川以北（半島主部と仮称しておく）では概して干害はほとんどなかったといってよい。これに反し有馬川以西（半島南西部と仮称しておく）は全長崎県下で最も激しい干害発生地域である。この傾向は畑作物においても現われている。陸稲が半島主部ではいくらか収穫のあったことは注目すべきであろう。半島主部と半島南西部では地質

の相違が顕著である。半島主部では分布している地層、地質構造および降雨の滲透経路等が多かれ少なかれ雲仙岳を中心とする火山岩類の影響下におかれているが、半島南西部では新第三系である口の津層を基盤としそれを小規模の玄武岩体や安山岩体の一部覆っているに過ぎない。半島主部では雲仙火山群を源とする供給水が、雲仙火山群自体の天然ダム化作用により量多く持続性に富む。井戸、溜池、湧水池および小河川は干ばつ期といえども、まづ枯れないのである。半島南西部では3.2.6でみた地域における場合に似て、溜池や地下水による用水確保に力を注いでいるけれども後背山地が浅いという致命的欠陥があるため用水源の安定性は低い。当地域の玄武岩体のキャブウォーターをもたらず能力をみるに、山体が小規模であることの他、表層風化、重粘土化が著しく進んでいて降雨が岩体に浸透し難いことも影響していると思われる。要するに半島南西部では用水の極限状態まで耕作が行なわれているので、干ばつ期に深刻な打撃を受け易いのである。半島主部では溜池など造らなくても地下水にまだ余裕があるので、干ばつを恐れなくてもよいのである。

ところで半島主部についてより詳細にみると地質の差に応じて干害程度にも差の現われることがわかる。日本火山誌「雲仙岳」による雲仙岳地質図では、半島主部の地層が約20種類に区分されているが、半島北部に隣接して位置する瑞穂村と国見町の場合を対比してみよう。両町村では耕地の展開状況、用水体系においてあまり差異が認められないが、表-3に示すような違いが背景にある。

表-3 島原半島北部の水稲干害と地質対比

	水稲作況 指数 %	地 質	水 田 の 地 下 水 位	水田傾斜 状 態
瑞穂村	11.4	旧扇状地層	い くら い 浅	急傾斜
国見町	9.5	新扇状地層	全 域 1 m 以 下	緩傾斜

国見町では旧扇状地層の上に新扇状地層が覆っているが、一般に地下水位が低くて、それだけ干ばつ期の安定性に劣るのである。また、半島主部の北部と南部は東部と西部に比べて干害程度はより軽い。このことは谷の開析状況（地質と関係が深い）、地下水脈の方向（これも地質と関係が深い）や火山群から耕地帯までの距離等が微妙に反

映しているのではないと思われる。

3.3 地質構造からみた長崎県干害危険度区分

上述した干害発生機構の解釈に基づき、干害状況、耕地の傾斜状態や地下水位の状態、地質、地形、土性等各種資料を参考として総合し、地質構造からみた長崎県（主部）の干害危険度を区分し図化したのが図-4である。図-4では、干害度を4階級に区分してあるが、同一階級の干害度の地域でも干害発生構造の異なる場合があるので、干害発生構造による区分をアルファベット記号で示したのが表-4である。また図-4で、沖積平野は干害のない地域として省略し、林地や宅地等さらに将来耕地化される見込みのほとんどないような地域は省略されている。もし、新規に開田、開畑をしようとする地域で図-4ではブランクになっている場合は地質図等前記した参考資料等によって、当該地域の干害危険度を示すことは容易である。



図-4 地質構造からみた長崎県（主部）干害危険度区分図

表-4 長崎県主部の地域別干害発生構造一覧

記号	地質	干害発生構造	干害度	代表地域所在市町村名	作況指数
A	玄武岩 佐世保層	玄武岩からのC.W.の供給に限界あり、地すべり地帯である。	中	世知原町、吉井町、佐々町、佐世保市	84, 67, 70, 73
B	玄武岩 佐世保層	Aと同じ地質構造であるが、C.W.の供給多量で干ばつの抵抗力特に強い。	微	江迎町、鷹島村、福島村	95, 98, 99
C	佐世保層	溜池造り難く、C.W.の供給がないか極めて少ない。	甚	鹿島町、小佐々町	60, 62
D	玄武岩	玄武岩層中の耕地では水利に恵まれず。	甚	田平町、松浦市、西海村	66, 76, 74
E	多良火山 玄武岩	玄武岩台地の耕地なるも多良安山岩体からの水供給よい、溜池も造り易い。	微	東彼杵町	104
F	多良火山 玄武岩	Eと同じ地質構造であるが、多良火山南部はC.W.少ない。	中	小長井町	88
G	多良火山 の砕屑層	多良火山からの水供給少ない。	中	高来町	93
H	玄武岩 杵島層	玄武岩からのC.W.の供給あるも、杵島層の耕地は土層薄く、水もち悪い。	甚	西海村、川棚町、波佐見町	74, 88, 87
I	安山岩 杵島層	後背の安山岩の山深く、水供給若干ある。	中	川棚町	88
J	杵島層	本層単独では水の貯溜能力が低い。	甚	川棚町、波佐見町、佐世保市	88, 87, 73
K	結晶片岩	後背山地の深いところ。	軽	西彼村、琴海村、大瀬戸町、外海町	91, 95, 102, 93
L	結晶片岩	KとMの中間型。	中	三重村、三和町	65, 89
M	結晶片岩	後背山地の浅いところ。	甚	三重村、野母崎町	65, 71
N	安山岩 諫早層	土層うすく、水もち悪い。小河川が濁水し易い。	甚	時津町	62
O	火山砕屑岩	水源としての後背山地が貧弱である。	中	諫早市	88
P	雲仙火山 扇状地	雲仙火山からの供給水多い。	微	愛野町、吾妻町、瑞穂村	110, 113, 114
Q	雲仙火山 扇状地	雲仙火山からの供給水はあるが、耕地の地下水位が低い。	軽	国見町、有明町、島原市	95, 94, 101
R	雲仙火山 集塊岩	雲仙火山からの水の供給多い。棚田極めて多い。	微	深江町、布津村、有家町、西有家町、北有馬村	101, 98, 111, 113, 103
S	集塊岩	雲仙火山の主水系から離れる。	中	小浜町、南串山村	79, 69
T	玄武岩 口の津層	口の津層自体の水もち悪い。玄武岩のC.W.少ない。	甚	南串山村、加津佐町、口の津町	69, 56, 37

- 注 1. この干害危険度区分は、傾斜耕地で、田、畑を対象とする。
 2. 作況指数は、昭和42年度水稻の市町村単位によるものを%で示す。指数の記載順は左欄の市町村名に対応する。
 3. C.W. はキャップウオターの略符号。
 4. 地質欄で、2段に記載されている場合、耕地は主に下段の層に開かれている。

3.4 長崎県における今後の干害対策のあり方
 干害対策といえ、その内容はいちじるしく広範なものとなり具体性を欠くうらみがあるので、ここでは長崎県の自然条件に応じた新規水源を取得する合理的な方法に限定して、(投資効率からみて妥当な方法ともいえる)それに対する基本的考え方を述べることにする。昭和42年の干害現象にもみられたとおり、本県においては極限に近い土地利用が行なわれてきたため、干ばつ年には水利

の不安定地帯で当然干害が発生する。何年かに一度起こるに過ぎない干害、これはある意味では必要にして止むを得ない現象であり、災害とは本来そのような性質を持っているものと思う。干害程度を少しでも軽減するために、現況の土地利用様式を改変しないでより安定した水をいかなる方法で得られるか検討してみよう。

本県での水の動態は傾斜地という地勢によって根本的な支配を受けているのであるが、地質の複

雑なことが降雨の貯留機能増進に有効な役割を果たしていることも忘れてはならない。地層の二重構造にもづくキャップウォーターの存在、地層のわれ目、破碎帯等の縦横の発達、適度の透水性を持った地層の再生作用等が降雨の鉄砲水的流去を制御しているのである。このような条件を持った地域での新規水源としてはまづ地下水利用に着目すべきであろう。干ばつ期では、地下水位がごく僅か低下するに過ぎないので（この僅かな低下が干害に著しい影響を与えるものであって地下水量そのものの減少は少ない）、地下水脈の探査技術と揚水に関する技術の最近向上した水準をもってすれば、この対策は相当有効であると思われる。香取島では昭和39年干害を契機として多数の揚水ポンプを各農家が新設し、昭和42年度においてはその効果が顕われ水稻作況指数111%という豊作であった事実は、地下水の干害対策としての有用性を暗示するものであろう。詳論は避けるが一般的にいって本県においては地下水は安山岩類、玄武岩等火山岩類からなる山体の山麓部（場合によっては水脈の延長としての沖積層、洪積層も含む）、部分的には中腹部に求めることができる。火山岩類に比べ、水成岩地帯では地下水を求め得る可能性ははるかに劣るものと思われる。

第二に考えられる方策としては山麓または山腹部に小規模（貯水量数千 m^3 程度でもよい）の溜池を築造することであろう。このような溜池築造適地の選定にあたっては、ごく大局的にいて現況において溜池が多数造られている地帯と相似た地質条件を持った地点に着目するのが安全である。結晶片岩地帯や一部の火山岩地帯のように現況で溜池のほとんどみられないところは、地盤が透水性であったり築堤材料の得難いような場合が多いから警戒を要する。なお、溜池にポンプ揚水を併用して、溜池かんがいの受益地の拡張をはかることは、今後の溜池有効利用の見地から重要なこととなる。

第三に考えられる方策として、河口湖の新造があげられる。本県の海岸地形は河口湖築造に適したところが多く、大規模なポンプ揚水によって効用を期待し得る。

以上各方策に示したとおり、従来の自然掛りの方法では改善の余地が少なく、ポンプ利用、小規模貯水池群の新設といった漸新な方法が必要なのではなからうか。地下水利用、小規模溜池群、

河口湖の三つの方策は、本県の自然条件と投資効率からみて、最も現実的なものであると思われる。

4. 山口県大島における干害発生構造と干害対策

4.1 昭和42年における大島の干害の特徴

大島では昭和42年7月12日から同年10月25日まで106日間無降雨日が続き、その間気温も平年に比べ2℃前後高いという干ばつに襲われ種類の干害が発生した。大部分の小河川表流水は枯れ、山腹からの湧水がみられなくなり、飲料水にもこと欠く状態となったが、農業では水稻ならびにみかんの干害が著しく、特にみかんの干害はすざましい開園、水田から圃への転換と相まって未曾有の規模で発生し、前年比約40%の減収をみた。ただ、果樹で枯死するものの極めて少なかったことは、みかん樹の耐干性の強いことを改めて認識させるものであった。水稻干害はその発生機構についてわかり易く（ただしこの機構を定量的に解明しようとすれば意外に困難性を伴う）、深刻さにおいても必ずしも著しいものとはいえなかったので、この研究ではみかん干害について考察することとする。昭和42年の大島でのみかん干害に関する調査研究は気象、土壌、園芸等各分野でさかんに行なわれたが、ここでは地形、地質からみて、干害に強弱をもたらす機構について研究の一端を示すこととする。

4.1.1 昭和42年みかん干害の特徴

地形、地質の考察に必要な範囲内でのみかん干害の特徴をみてみよう。まず、みかんの生産が最近数年間に著しく伸長していることを出荷量伸長率でみてみよう。山口県経済連合会の資料（大島郡全域と柳井市周東、中央、豊関の各地区が含まれている）によれば、昭和30年を100としたみかんの出荷量経年指数は図-5に示すとおりで

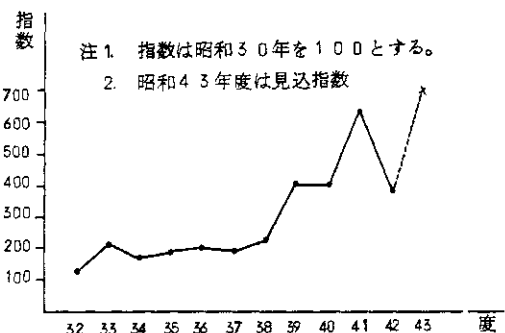


図-5 大島・柳井地方温州みかん出荷量比推移図
(山口県経済連調べ)

ある。みかんの生産は昭和38年頃から急上昇し、昭和42年には激減している。従来、干ばつ年でも無冠水であったにかかわらず、この生産の伸びは、土地利用上相当強引な開墾もしくは水田転換によって可能となったもので、昭和42年のような特に著しい干ばつ年には被害を免がれ得なかったことを示している。なお、昭和42年における大島でのみかん園面積は約2,000haであったといわれている。

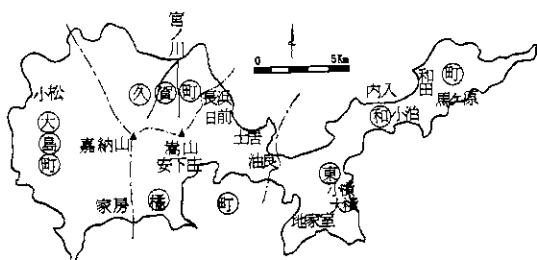


図-6 大島地方研究報告記載地名位置図

次に島内4ヶ町別に昭和42年の昭和41年度に対する出荷量比率をみると東和町58%、橋町北部55%、橋町南部52%、久賀町75%、大島町66%となっている。町別では、久賀町が比較的軽い干害であったのに対し、東和町、橋町では激しく大島町は中位である。このような集計値だけからでも、大島の東半分、いわゆる山の浅い地域で干害のより強かったという傾向がうかがえる。

次に部落別単位で、干害程度をみかん出荷量比からみてみよう。一例として安下庄地区の場合を示すと図-7のとおりである。図-7からもわかるとおり、部落別にみかん出荷量比が40%台か

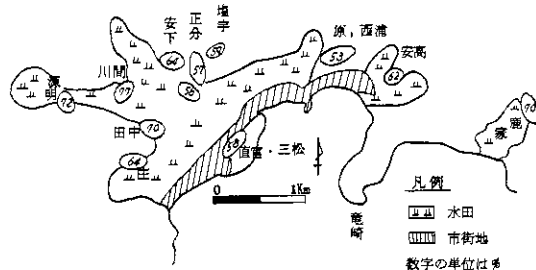


図-7 安下庄地域の部落別みかん前年比収量図

ら70%台まで変動している。このような変動はどの地域でもみられるもので東和町ならびに橋町北部(日良井農業協同組合管内)の場合を示すと表-5のとおりである。この部落別干害集計値は、各園団地の干害発生機構を知る上での指標となるものである。例えば安下庄地区では高標高地帯が干害を受けるものであると単純に言い切れないことを示しており、源明・川間・庄を結ぶ地帯は、より低標高地帯である安下・正分・塩字を結ぶ地帯よりも干害程度の軽かったことがわかり、その原因を精査するだけの価値がある。東和町においても、小泊、内入の場合のように園の後背山地の浅いところで干害が激しかったのは理解できても、一方において後背山地の深い大積、小積において干害が激しかった。後者の地域の例などは、干害発生機構が地形というよりもむしろ地質構造や土層の厚さに関係の深いことを推定するに十分である。

表-5 昭和42年部落別みかん干害程度

(日良居、東和町農協調べ)

	部落別温州みかん販売実績対前年比(%)
橋町北部	油良48, 土居35, 日前44, 長浜44, 浮島66
東和町	馬ヶ原74, 油字65, 伊保田64, 小伊保田61, 和田66, 内入57, 小泊54, 和佐70, 神ノ浦58, 森75, 平野57, 大積53, 小積49, 長崎53, 西方79, 下田80, 船越69, 外入63, 伊崎57, 地家室65, 佐連55

4.1.2 大島の地質の要点

大島の地質は一般の地質図をみてもわかるとおり単純ではない。しかし農業的土地利用に資し得る地質の見方は、一般の地質図をもっと単純化し、その分だけ関係の深い要点を強調するようなものでなければならない。このような観点から編集した大島地質図を図-8に示す。基盤岩は花崗閃緑岩であり、ところどころ安山岩が噴出し基盤岩を部分的に覆っている構造が大島の地質の骨格であるとみてよい。山地帯でも、嘉納山、嵩山その他トロイデ状の山体を構成している地質はほとんど安山岩系であり、なだらかな丘陵地帯を構成している地質は花崗閃緑岩である。地質を詳細にみれば、島内ところどころにごく局部的に古生層の残片が分布し、石英斑岩や結晶片岩のところも僅かにあり、安山岩や花崗閃緑岩も細分され得るが、

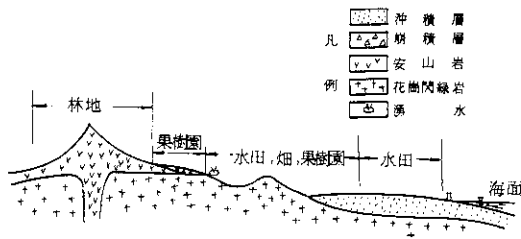


図-8 山口県大島地質概略図

(山口県1/20万地質図から編集)

そのような地質の詳細は今回の干害研究の目的、精度からすれば直接の関係がないのである。

農業に関連のある地質特性で重要なことは、基盤岩である花崗閃緑岩の変質の著しいことである。大島は地質学上のいわゆる領家変成帯中に位置している。広島県の瀬戸内島しょ部の構成岩はいわゆる広島花崗岩で、本帯は領家帯に北接してあるが、岩質は花崗岩であり、本帯の特徴として風化帯の粘土分が少なく、開田の困難な場合が普通で、やっと開畑しても土壌侵食を受け易いことがある。領家帯の大島は広島花崗岩帯とは相当性質を異にするもので、岩質は花崗閃緑岩である他、土地利用上水田耕作が発達していることに注意しなければならない。領家変成帯では花崗閃緑岩の粘土化が促進され、土壌の流亡を防ぎ、水持ちを良くして、花崗閃緑岩体上での農業利用が進んでいる。大島での水田総面積約1,500ha(最近相当園に転換されている)の70%は5°以上の傾斜地に展開しており、花崗岩系の急傾斜地水田として全国にその比を見ない程である。他の花崗岩地帯にくらべて耕地化率の著しく高いことも重要である。また島内の沖積平野は島しょ部としてはその占める面積が比較的広く、沖積土の構成では供給源が花崗岩系の割には粘土分が高い。これらの事実は、大島の基盤岩の変質の進んでいることを示すもので、変質にもとづく高度の土地利用、それが遂には干害と結びつくのである。

次に、大島では島しょ部の割には農業用水の比較的安定していることに注目を要し、その原因としては特異な地質構造のもたらすものとして安山岩体を帽子岩とするキャップウォーターに基づくものであることは明らかである。大島水田の用水源として溜池が少なく(単に降雨量、地表面での集水面積の関係からすれば現況の水田面積をまかな

うには溜池やポンプ揚水がもっと多くなければならないことになる)、湧水掛が大部分で、また中小河川の河況係数が河床勾配の割には小さいように見受けられる。一口にいつて水田の干ばつ期における干害抵抗力が意外に強く、このことは水田後背山地の安山岩体が天然ダム化しているためである。さらに、花崗閃緑岩体の粘土化促進作用は、キャップウォーターが地下に浸透流去するのを抑制し、土壌水分を適度に保たしめている。このように安山岩体と花崗閃緑岩基盤岩との二重構造が、用水維持のため重要な役割を果していることに注目を要する。そして、この特異性をもった大島水田とみかん園とが、水ならびに土層の厚さを媒体として密接な関係にあることを指摘しておきたい。

4.2 みかん園での干害発生構造

みかん園での干害発生構造を考究するにあたり、まず大島での農業的土地利用の基本型を明らかにしておく。それを模式的に示したのが図-9である。沖積層では水田(最近沖積層水田で園に転換されつつあるところが多い)、花崗閃緑岩では水田、普通畑、果樹園が開け(最近は、この地帯の田畑から園への転換の多いのは勿論である)、安山岩末端の崩積層では果樹園、安山岩体は大部分山林であるが低標高部では一部開園されているところもある。このような地質条件に順応した土地利用形態は、従来の大島ではよく守られていて例外は比較的少なかったようである。従来公表または報告されている地質図と実際の土地利用とを照合してみると例えば東和町南部の大積、佐連、地家室等では安山岩中に耕地が開かれているように見えるが、これは安山岩と花崗閃緑岩の境界面の確認が十分でないためであって(崩積層の存在がこの確認をさまたげ、しばしば花崗閃緑岩体とすべきところを安山岩と誤認することがある)その

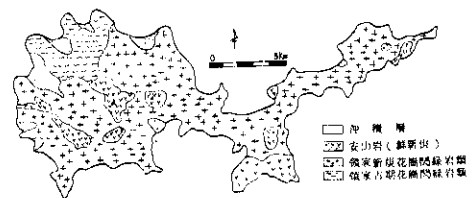


図-9 山口県大島における土地利用模式断面図

眼で精査してみると耕地の開けているところは花崗閃緑岩であることは間違いない。そこでの耕地の土壌が安山岩土壌であっても、その土層は極めて薄く（数十 cm 以内）、地質としては花崗閃緑岩を崩壊層が薄く覆っている地帯であることがわかる。すなわちこの地域においても土地利用基本型の例外ではないのである。このように基本型が守られているのは、耕地が土層の生成と湧水位置とに強い制約を受けているからである。土層の生成は安山岩体中では悪く（崩壊層では別）花崗閃緑岩では良く、湧水は安山岩体と花崗閃緑岩との境界面（その上部帯の一部も含めて）に位置している。

このような土地利用基本型を理解した上で、今回干害の激しかった果樹園を見直してみると、最も問題のある園は安山岩と花崗閃緑岩との境界面付近に開かれた場合であることがよくわかる。この地帯は湧水帯ではあるが干ばつの影響で湧水量と湧水地点分布が不安定であり、一方開園のすざましい勢いは園がその境界線を越えてさらに高地へ登っていくことがしばしば起こっている。高地に登るといっても崩壊層のあるところか安山岩の風化帯のやや厚いところまででおのずから限界があるが、平年での湧水帯（湧水帯は降雨状態によって上下に若干変動するのが普通）よりも高位置に開園されたところは今回の干害を特に激しく受けたのは当然であろう。崩壊層では平年でみかん収穫を期待できても、もともと土層が薄く、干ばつ期には土壌水分が著しく低下するので、干害を受け易いといえる。従来大島ではみかん灌水は全く行なわれなかったがよく増収し得たのは、園の位置が安山岩と花崗閃緑岩の境界線よりも低いことが多く、無意識のうちに湧水による恩恵（土壌水分の維持）、深い作土の恩恵を受けていたからであって、この自然の恩恵を軽視して園が山登りを初めたところに今回のみかん干害発生の根本原因があるように思われる。干ばつ気象であったということは、論ずべくもない大前提であるが、各園地の干害程度の強弱は土地条件に相当左右されて現われているようである。橘町源明での園は相当高標高地にありながら干害の軽かったのは湧水線が当地区では 500 m 近い高位置にあるためである。ちなみに、源明は古くから開けた山間の美田地帯で水田干害もそれ程受けてこなかったところであることを付記しておく。

安山岩と花崗閃緑岩との二重構造に基づく湧水量に関して、その多寡について一層の考察をしてみよう。今回の干ばつ期にあたり久賀町宮の川の表流水は遂に枯渇することなく、ここから島内の水不足地帯へ水を運搬したほどである。宮の川流域は標高 400 m 余の高位置まで美田が開けかつて用水の不足したことを聞かない。宮の川は谷深く、河川の供給水源は嘉納山や嵩山に代表される安山岩の大山体であることは勿論であるが、この大山体の南側に位置する安下庄では湧水がはるかに少なく、河川表流水も不安定である。この北側と南側との相違は、恐らく安山岩と花崗閃緑岩の境界面の状態に関連があるものと推定される。その境界面が全体としては若干北側に傾斜し、安山岩大山体に浸透した降雨の大部分が宮の川に集水されるような地下地質構造になっているのではないかとと思われる。非常に大膽な見方ではあるが、現況での花崗岩体の等高線分布をみると概して南に高く北に低く、南側が密で北側が疎である傾向が認められ、今述べた推論と矛盾しない。大山体ではなく、中規模程度の安山岩体を後背に持つ園の、南側と北側での干害程度を比較するとやはり北側が軽い傾向があるが、これは日射量や蒸発散量の相違からのみで説明し切れないうえ、安山岩体からの湧水量が北に多く、土壌をより湿潤たらしめているのではないかとと思われる。

4.3 大島みかん園の干害対策

この場合の干害対策としては、地形・地質の諸条件になるべく適応した開園を行なう方法ならびに干ばつ期に灌水を可能ならしめる水源をいかにして求めるかの両側面から検討される必要がある。

前者の面からの干害対策としては、第一に安山岩と花崗閃緑岩の境界線を一応開園上限線とみなして、それより上位での開園（その欲望の起こり得ることがある）にあたっては土壌水分、土層の厚さ、灌水の可能性などについて、事前に余程綿密な調査を要するところである。開園はでき得れば山に登るのではなく、山から下りるといふ方向でありたい。なお、今述べた開園上限線の確定にあたっては、一般の地質調査の外、湧水地点、棚田の分布上限などが有力な指標となる。

第二に、キャップウォーターの恩恵に浴し難い園地にあつては、園の後背山地の深淺、園での土層の厚さという二つの要素から干ばつ抵抗力の強弱

を区分し、より干害を受け易い地域では灌水施設を計画することが考えられる。

新規水源をいかにして求めるかという面から検討してみると、大島の場合剰余水量は必ずしも多くないようである。若干の余裕水源として、海岸の沖積層中の地下水を狙うことが最も安全確実である。この場合、施設の建設、維持に経費のかさむのは止むを得ない。海岸沖積平野以外に、例えば扇状地性の山麓緩斜面で井戸による揚水が可能である。ただし、その水量についてはあまり期待できないようである。

地下水以外にごく小規模の溜池（私営でもよい）を新設することも有効な方法である。花崗閃緑岩中で、粘土層の発達がよく、手軽に小流域の変更を行ない得るような条件を持った地点を溜池適地として探すならば、相当数発見できる見込みである。

5. まとめ

長崎県主部と山口県大島における昭和42年干害経験に基づき、地形・地質の立場から干害発生構造を解明し、干害対策のあり方にもふれた。長崎県においては主に水稻を調査研究の対象とし、大島においてはみかんを対象とした。いずれの地方でも、干ばつ期の水の動態が干害程度の強弱を大きく支配しており、その水の動態にはキャップウォーターに象徴される地質の二重構造が重要な役割を持っていることを示した。また、農業的土地利用の極限状態がどのような機構を経て干害を発

現せしめるかについて具体例に基づいた地質的考察を行なったつもりである。

この調査研究においては、気候、作物、園芸、土壌、農業土木、水理学等各専門家の意見を伺う機会を得、一方、農林省、長崎県、山口県、山口県経済連合会等から貴重な資料を提供していただき、それら関係機関各位の意見を聞き、あわせて現地でも農民から貴重な経験を語ってもらった。この成果は、これらの極めて広範囲にわたる意見、資料に基づくもので、ご協力下さった各位に厚く謝意を表しておく。

参考文献

- 1) 農林省長崎統計調査事務所編
長崎農林水産統計年報（昭和43年度）
未公刊
- 2) 農林省農地局 要土地改良調査報告
昭和38年刊
- 3) 長崎県総合農林センター 長崎県農業の地域
分析 昭和38年版、昭和40年版
- 4) 農林省東海近畿農業試験場畑作部
昭和42年西日本干ばつ被害調査 昭和
43年
- 5) 農林省農地局資源課 農業用特殊地区地下水
調査集計表（未刊） 昭和42年
- 6) 国立防災科学技術センター、農林水産技術会
議事務局編 気候・地質構造からみた長崎
県干害危険度区分図 昭和43年