

九州山口県の水資源の収支*

小 島 隆 義**

1. まえがき

水はあらゆる生物にとって1日も欠かせない物質であり、われわれ人類はむかしから農業をはじめ毎日の生活にいろいろと水を利用してきた。ことに、近代文明の世になってからは、農業・上水道・工業・漁業、発電などの生産活動にさかんに水を利用し、水はきわめて重要な資源であるという考えが徹底してきた。

水の供給源はもとより降水である。日本は世界的にみて最も降水量の多い地方に属し、日本の中でも九州山口県は降水量の多い地方となっている。ところが、この水資源に十分恵まれているはずの九州山口県にも干ばつがたびたび発生し、また反面、大きい水害にも悩まされている現状である。そこで、この論文では九州山口県地方にどのくらいの降水量があり、われわれ人類はこの水資源をどのくらい活用しているかをまず調べ、最終的には水資源活用の問題とどのように取組むべきかを考えるものである。

2. 九州山口県地方の平均降水量

降水量を水資源として取扱うためには地点降水量ではなく、面積平均降水量を求めなければならない。そこで、ここでは100万分の1白地図に全観測所の年平均降水量をプロットして等降水量線をかき、10km間隔の格子点の降水量を読み取り、その値の平均値として各県別平均降水量を計算した(第1表)。

この平均降水量は各県とも1800mm以上であるが、この降水は川を流れて河川流量となり海に戻されるもの、蒸発散するもの、地下に滲透するものなどに分けられる。

河川流量となって海に還元される割合を流出率と呼んでいるが、これは一般に60~70%である。また、われわれが筑後川上流について計算した結果でも約70%であった¹⁾。したがって、ここでは損失量を30%とみて有効降水量を計算し、これに面積を掛けて水資源量を計算し

第1表 各県の水資源量(平年)

	平均 降水量 mm	損失量 mm	有効 降水量 mm	面積 km ²	水資源量 ×10 ⁶ m ³
山 口	1890	570	1320	6,073	8,000
福 岡	1880	570	1310	4,901	6,500
佐 賀	2060	620	1440	2,403	3,500
長 崎	1880	570	1310	4,086	5,400
熊 本	2210	660	1550	7,371	11,400
大 分	1920	580	1340	6,321	8,500
宮 崎	2670	800	1870	7,733	14,400
鹿児島	2590	780	1810	9,140	16,500
計				48,028	74,200

た。

3. 使用水量

つぎに、この水資源のうちどの程度を農業・上水道・工業などの目的に使用しているかを検討してみる。なお、ここで重複利用すなわち農業用水として使用したものをふたたび上水道として利用するなどが実際には行われているが、ここでは考えないことにする。

(1) 農業用水

日本は古くから農業生産を主体とした国であり、水利利用の大半を占めるものが農業用水であった。そのため、農業用水は長い間にしげんに一つの形態をとるようになって実態をつかむことがむずかしい。また一方、蒸発散量は稲の生育過程・気温・水温などの影響を、地下滲透量は土壌条件などの影響を受けるため、正確な農業用水必要量を求めることはいっそうむずかしくなっている。

しかしながら、一般にかんがい期間中(90日)1日あたり平均して15~25mmが日減水量とされている²⁾ので、ここでは20mm/日として用水量を概算した。また、畑地かんがいについては全畑地の1/3に1回5mm、5日おき延べ20回のかんがいを行なうものとし²⁾、同様に用水量を概算した。

また別に、米1石の生産に必要な水量は300~500m³という数字がある²⁾。そこで、ここでは1石当り400m³とすると、九州山口県の米生産額は205万トンであるか

* Precipitation and its Utility Percentage in Kyusyu and Yamaguchi Prefecture

** T. Kojima 宮崎地方気象台

—1968年8月23日受理, 1968年11月4日改稿受理—

第2表 農業用水

	耕地面積 1000ha	水田率 ³⁾	水田 1000ha	畑地 1000ha	かんがい量 10 ⁶ m ³		
					水田	畑地	計
山口	92	79	73	19	460	13	473
福岡	130	79	103	27	650	18	668
佐賀	78	74	58	20	366	13	379
長崎	90	39	35	55	221	37	258
熊本	156	53	83	73	523	49	572
大分	95	64	61	34	384	23	407
宮崎	103	50	52	51	327	34	361
鹿児島	193	35	68	125	428	83	511
計	937		533	404	3359	270	3629

ら、必要水量は

$$6000 \times 10^6 \text{m}^3$$

となる。この数字は第2表の数字とオーダーとしては一致している。

いずれにしても、農業用水として必要な全量は第1表の水資源量に比べると、わずか5%にすぎない。

なお、農業用水需要量の将来の見通しとしては、2期作などで増加する面もあるが、一方、耕地面積の減少や用水の合理化が考えられるので、将来とも第2表のとおりで十分であると考えられる。

(2) 上水道

上水道は設置してある都市とそうでない町村があり、都市によっても状況次第で使用量は大きく変わる。また、使用量が必要量と一致するとは限らない。ともあれ、ここでは上水道必要量推定の足がかりして次の表をあげる。

第3表 主要上水道の使用量⁴⁾ (l/1人1日)
1961年調査

都市名	使用量
福岡市	203
北九州市	329
長崎市	210
熊本市	232
鹿児島市	211

これから1日1人の必要量を 330l として 1人1年では

$$330l \times 365 = 100\text{m}^3$$

となる。実際とはかなり違うだろうが、各県民全部がこれだけの水を使うとすれば上水道必要量は第4表のとおりになる。

第4表 県別人口と上水道必要量

	人口(万)	必要上水量 10 ⁶ m ³
山口	154	160
福岡	396	400
佐賀	87	90
長崎	164	170
熊本	177	180
大分	119	120
宮崎	108	110
鹿児島	185	190
計	1390	1420

上水道使用量は社会状況の進展に伴い増加の一途をたどるものと思われる。しかし、この表の数字は、すべての県民が北九州市民なみに水を使うということを前提にしているの、現状よりずっと過大になっている。したがって、この表は現状よりむしろ将来の需要量を示すといったほうが適切であろう。

この上水道必要量は第1表の水資源量の約2%にしか当たらない。

(3) 工業用水

工業用水は各県の工業規模に大差があるので、農業用水、上水道のように画一的に推定することはできない。そのうえ、手もとに参考となる資料がないので次のようなことを考えた。すなわち、九州の経済は一割経済といわれているので、九州に山口県も含めた、この地域の工業生産を全国の1割、したがって工業用水も全国の1割という仮定を置いて、この全域の工業用水をごく大まかに推定してみよう。

1958年の実績によると、全国の淡水総使用量は23,900万m³/日、このうち上水道と重複する部分・反復する部分をのぞくと 17,600万m³/日となっている²⁾。

これから九州山口県で使用する量は年間640×10⁶m³となる。ただし、工業用水は最近の急激な経済成長に伴って年々増加しており、将来の用水量としてどのくらい見込むべきかむずかしい。それで、ここでは一応工業発展率を3倍と仮定し、用水も3倍に増加するものとすれば、2000×10⁶m³が工業用水必要量となる。この量は水資源量の約3%に相当する。

4. 水エネルギーについて

今までいろいろな用水について考えてきたが、次には水をエネルギーとして考えてみよう。このエネルギーは利用面では発電エネルギーとなるが、反面では破壊力と

なり大きい水害を引起す源ともなる。ここではまず水力発電について考えるが、これは水の消費とはならず、前に述べた各種の用水とは性格が異なっている。

さて、水エネルギーはもちろん位置のエネルギーで、水の量と落差に比例する。

すなわち、

$$P=9.8QH \text{ (KW)}$$

ここで P : 電力/秒

Q : 水量 (m^3)

H : 落差 (m)

である。なお、もっと正しくは

$$P=\sum p=9.8\sum qh$$

とすべきであるが、ここでは九州山口県の総有効降水量のもつ全位置エネルギーを計算しようという大規模なものであるから、簡単なために、平均降水量 Q と平均落差 H とから計算することにする。 Q は第1表から、 H はこの地域の経緯度5分おきの格子点744点の平均高度として求め、210mを得た。

この結果は

$$\begin{aligned} P &= 9.8 \times 74 \times 10^9 \times 210 \\ &= 1.5 \times 10^{14} \text{ (KWH)} \end{aligned}$$

となる。ところが、実際には山岳部のほうが平野部より降水量は多いのがふつうであるから過少に推定していることになる。

次に、ここで発電効率をかりに0.1と仮定し、この P の量を全九州の年間発生電力量110億KWHと比べると、エネルギー利用の割合は1/1000しかならない。また、この P の値は10メガトン級水爆1万個分、地震規模でいえば $M=10.7$ に相当する。このエネルギーが破壊力として働く場合、いかに恐ろしいものであるかが想

像されよう。それゆえ、水エネルギー利用の面からも、また、災害防止の面からも、このような数字を根本にして見直していく必要がある。

5. 水資源の収支

以上のしめくくりの意味で、農業用水・上水道・工業用水などの水資源に対する割合を計算し、水資源の収支を考えてみよう。

(1) 年間の場合

第5表(左側)のとおり、平年の場合では各種用水の総量は水資源量のわずか10%である。すなわち、水資源の90%は利用されないまま海に流れ去っているわけである。次に渇水年について考えてみる。渇水年としては1926年、1944年、1947年などがあるが、いまこの3か年の平均年降水量は平年値に比べると、福岡77%、熊本79%、宮崎67%、鹿児島71%となっている。そこで、渇水年の水資源量は平年の60%であるとみて、同じように水資源利用率を計算すると第5表(右側)のとおりである。すなわち、利用率は若干よくなるが、まだ水資源の84%がむだになっている。

なおここで、電力用水は水資源の消費ではないので別個に考えることにする。

(2) 冬季の場合

最近では早期水稲面積の増加や工業の発展などによって、冬季の水不足が問題になることが多い。したがって、冬季の水資源の収支について考えよう。

まず平年の場合であるが、冬季(12, 1, 2月)の平年降水量は各地とも全年量の約1割となっている。一方、使用水量は上水道、工業用水とも全年の1/4と見積もれば十分である。農業用水はほとんどいらないかもしれないが一応1/4としよう。こうして冬季平年の利用率

第5表 年間の水資源利用率(%)

	平 年				渇 水 年			
	農業用水	上 水 道	工業用水	計	農業用水	上 水 道	工業用水	計
山 口	6	2	↑	10	10	3	↑	16
福 岡	10	6			17	10		
佐 賀	11	3	3	8	18	4	5	16
長 崎	5	3			8	5		
熊 本	5	2	↓	8	8	3	↓	16
大 分	5	1			8	2		
宮 崎	3	1	↓	4	4	1	↓	16
鹿 児 島	3	1			4	1		
全 域	5	2	3	10	8	3	5	16

第6表 冬季の水資源利用率(%)

	平 年				渴 水 年			
	農業用水	上 水 道	工業用水	計	農業用水	上 水 道	工業用水	計
山 口	15	5	↑		30	10	↑	
福 岡	26	16	↑		52	31	↑	
佐 賀	27	7	↑		54	13	↑	
長 崎	12	8	↑		24	15	↑	
熊 本	13	4	7		25	8	14	
大 分	12	4	↑		24	7	↑	
宮 崎	6	2	↑		13	4	↑	
鹿 児 島	8	3	↓		15	6	↓	
全 域	12	5	7	24	25	10	14	48

第7表 夏季の水資源利用率

	平 年				渴 水 年			
	農業用水	上 水 道	工業用水	計	農業用水	上 水 道	工業用水	計
山 口	15	1	↑		37	3	↑	
福 岡	26	4	↑		64	10	↑	
佐 賀	27	2	↑		68	4	↑	
長 崎	12	2	↑		30	5	↑	
熊 本	13	1	2		31	3	4	
大 分	12	1	↑		30	2	↑	
宮 崎	6	1	↑		16	1	↑	
鹿 児 島	8	1	↓		20	2	↓	
全 域	12	1	2	15	31	3	4	38

を計算すると第6表(左側)のとおりで、全域では水資源の24%が利用されているという結果になる。つぎに冬季渴水年としては1918年、1934年、1925年があるが、これらの年の福岡、熊本、宮崎、鹿児島降水量平年比を平均すると54%となっている。そこで、冬季渴水年の水資源量は平年の1/2と仮定して、同様に水資源利用率を計算すると第6表(右側)のとおりである。この場合、全域での利用率はかなりよくなり、48%となる。いいかえると、水資源の48%またはそれ以上を利用しないと水不足が起こることになる。

(3) 夏季の場合

夏季(6, 7, 8月)の平年降水量は各地ともだいたい全年(平年)の4割になっている。また、夏季渴水年1926年、1934年、1944年の福岡、熊本、宮崎、鹿児島資料によると、夏季渴水年の水資源量は平年の40%と見積もることができる。

一方、使用量は、農業用水は前記の量全部が夏季の使用量と考えられよう。上水道・工業用水は全年の1/4としよう。こうして第7表が計算される。

この結果、平年では水資源のわずか15%の利用で、85%はむだにしている。ところが渴水年では利用率は38%であり、もし利用率が38%以下になると水不足が起こることになる。

6. 結 び

以上いろいろの利用面から水資源の収支を考えてみたが、現在のところ、水資源は決して有効に活用されているとはいえない。とはいえ、実際には地域的、時間的アンバラや、需要と供給が一致しない点など問題が多いが、もっと水資源の活用について根本的に考えなおすことによって水不足に打ち勝つことができよう。現在のところ、夏季の大干ばつの時でも水資源の約1/3を有効に利用できさえすれば、水不足は直ちに解決できるという

事実を十分認識すべきである。

また、エネルギー面からみれば、現在はそのわずか1/1000しか利用しておらず、大半のエネルギーはむだにしているか、あるいは逆に破壊力として働き、われわれは害を受けているわけである。実際上、このエネルギーのどの程度が利用できるかわからないが、少くとも現在の5倍や10倍に増大させることは可能であろう。

なお、ここでは九州山口県という広い地域を対象とし、概括的に述べたので、局地的にみれば当てはまらない点

もあろう。次の機会には各河川の流域別に、各季節について詳しく調査したいと思っている。

参 考 文 献

- 1) 福岡管区気象台 (1956) 発電河川としての筑後川水文調査 42~46.
- 2) 水利科学研究所 (1962) 水利科学 (地人書館) 150~152.
- 3) 丸善 (1967) 理科年表 地 47.
- 4) 小学館 (1965) 原色国民百科事典 5巻 76.

第15期 第5回常任理事会議事録

日 時 昭和43年12月9日 15.00~19.00

場 所 気象庁海洋気象部会議室

出席者 山本理事長、大田、竹内、朝倉、根本、岸保、小平、大井、神山、北川、各常任理事

報 告

庶務：1. 11月26日 文部省大学学術局長から科研費補助金（研究成果刊行費）の交付決定通知がきた。

2. 日本学術会議第8期会員選挙の結果学会推薦の神山恵三、三宅泰雄両会員が当選した。なお、山本義一会員も東北地区で当選した。

地物研連学会連合：1. 前回の常任委員会で Journal of geophysics に集認のアブストラクトを載せることの了解を得たが、同誌の出版は中止になるらしい。

2. 地物研連委員76名を45名に削減する案に対する反対意見を2、3日中に提出する。

天気：木原研三氏の英語講座が終了したので先般のアンケートの結果を考慮し入門講座（一般気象学）を載せるたにしたい。

国際交流：12月6日朝鮮大学校を見学し、委員会を開いた。

大井理事：シェルハーグ博士招待実行委員会を2回開き、招待のための予備的打合せの手紙を同氏に発送した。

議 題

議決事項

1. 気象集誌投稿論文の英文添削について
気象集誌編集委員会から提出された原案が一部字句を修正して承認された。

2. 名誉会員推薦基準について

名誉会員は定款に定めてあるように、日本気象学会に

対しとくに功勞のあった者を推薦する。

定数は若干名とする。

3. 評議員会、理事合同会議々題について

(1) 気象庁職員学会出席等の学会活動について

(2) 気象庁職員学会機関誌別刷購入について

(3) 賛助会員の獲得について

(4) 気象学会に対する御意見、御要望について

(5) その他

なお、本会議は評議員理事合同懇談会とする。

合同懇談会の前に評議員会を開く。

議題は、名誉会員候補者の推薦について、その他とする。

4. 春季大会について

5. 賛助会員勧誘について

賛助会員候補者名簿（案）に基き、必要に応じて追加修正して活動を開始する。

6. その他

(1) 科研費補助金審査委員候補者推薦について

磯野謙治、小倉義光会員を推薦する。その後の取扱いについては岸保理事に一任する。

(2) 国際会議の情報を天気に掲載することについて
会員から要望があるので、具体策について岸保理事と打合わせる。

(3) 第4回国際大気電気会議の会計報告を天気に掲載するたについて
会計理事の担当とし、簡明に載せる。

承認事項

森川達夫他15名および賛助会員海上電気株式会社の入会を承認する。