

# 湖畔地区における内水の流出特性に関する研究 (I)

白滝山 二<sup>\*</sup>・福間 順<sup>\*</sup>・末沢 慶康<sup>\*</sup>

## Yamaji SHIRATAKI, Jun FUKUMA, Yosiyasu SUEZAWA Studies on Some Characteristics of the Runoff in the Lake Side (I)

### ま え が き

河川や湖沼の外水位上昇に原因する堤内地の内水の停滞、はんらんによって起る水害、いわゆる内水災害は、各地に多く見られるが、これに関する研究は比較的少なく、内水災害対策のための基礎資料もとぼしいのが現状である。

近年、社会経済の発展にともない、たん水被害に対する社会的関心も大きくなり、また農地においても、安定した農業生産のための環境整備が急がれる等、内水対策の必要性がますます高まって来ている。

島根県においても、特に宍道湖周辺の低地では、宍道湖水位の上昇によるはんらん、たん水の被害が毎年の如く繰返されており、この対策は大きな課題となっている。

そこで、本研究は内水災害をうける地区のいくつかの類型のうちとくに湖畔地区における内水の実態を解明するため、宍道湖畔にモデル地区をえらんで、内水の流出機構、流出特性を調査し、低平地における内水災害排除のための基礎的研究を行なおうとするものである。

なお、この研究は、災害に関する特定研究「内水災害の実態とその対策に関する総合的研究」(9大学20名による共同研究)の一部を分担し、昭和39年度から調査研究をはじめたもので、現在現地における観測調査に重点をおいている。したがって、本報告は第1報として、主に調査地区の概要、調査観測の計画を記し、あわせて現在までの観測成果の一部について報告する。

### 1. 調査地区の概要

本研究のための調査地区として、宍道湖西岸の斐伊川右岸地区をえらび、調査研究計画をたてた。

この地域は簸川平野の東部にあって、島根県簸川郡斐伊町の大部分の耕地を含み、南側は鹿川敷である新川

跡、北および西側は天井川である斐伊川堤防、東側は宍道湖に面している一種の輪中形態をなす地域で、その面積約3,200 haの平坦地である。地域内の耕地はほとんど水田で、西より東に向ってゆるく傾斜し、高位部において1/1,000~1/800、低位部において大体1/5,000~1/3,000のこう配をなし、宍道湖岸の低地の田面標高は(+ )0.4 m位である。

#### (1) 排水状況

この地区の排水系統の現況は、全地区面積3,200 haのうち、新川排水路、および五右衛門川をあわせた約1,370 haが自然排水系統となり、残りの低位部は機械排水系統としてポンプ排水に依存している。

しかし、この地域も昔は湖岸堤がなく、宍道湖水位の上昇によって常時水害をうけていたが、昭和13年度以降約20年間にわたって湖岸堤の築造、排水系統の整理、低位部排水のためのポンプの設置等、農業水利事業が進められた。この間、水田の区画整理も行なわれ、更に近年の農業近代化の要請にともない排水ポンプを増設して乾田化を図るなど、内水障害排除のための努力がつけられている。

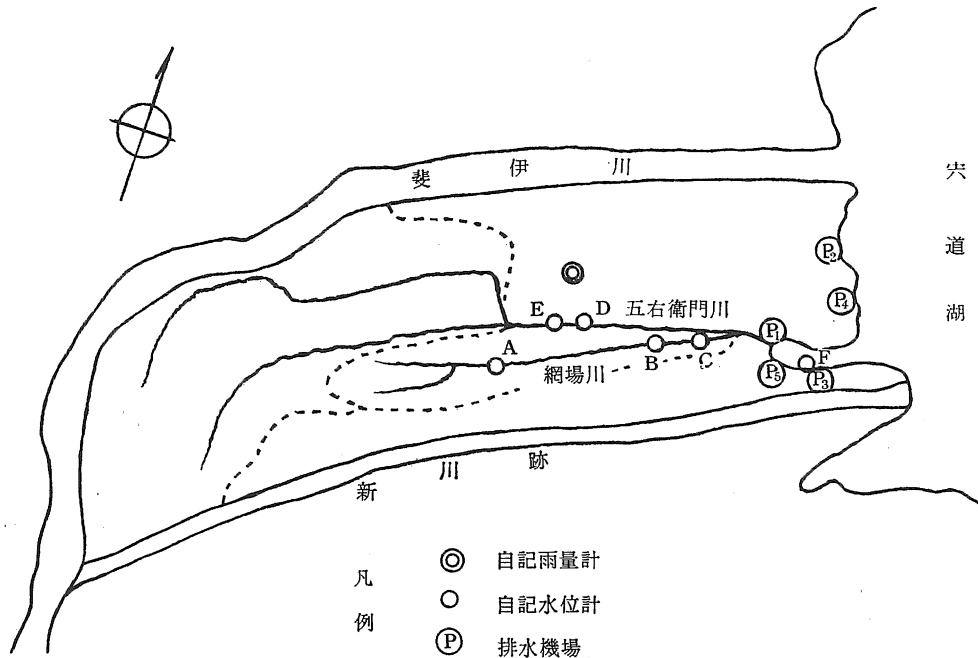
現在本地区に設置せられている排水ポンプの一覧を示せば、表-1の如くである。

#### (2) 外水条件

本地域を囲む斐伊川が、天井川となっているため、本地区の排水はすべて宍道湖に排水される。したがって、宍道湖の水位状況は直接本地区の排水を支配するものである。

宍道湖は、湖面積83 km<sup>2</sup>、流域面積1,300 km<sup>2</sup>を有し最大水深約6 mの比較的浅い湖水である。流入河川のうち、最も大きいものは斐伊川で、その集水面積924 km<sup>2</sup>、計画こう水量3,600 m<sup>3</sup>/secであり、これに対し宍道湖からの流出河川の排水量は、大橋川の計画排水量900 m<sup>3</sup>/sec、佐陀川の計画排水量300 m<sup>3</sup>/secである。したがって両者を合計しても、斐伊川計画こう水量の1/3程度しか排水能力がなく、出水時には湖水位が上昇し、沿岸

<sup>\*</sup> 農業工学教室



図一 地区概要図

表一 排水ポンプ一覧

排水機場	ポンプの規模	台数	計画排水量	備考
P <sub>1</sub>	口径 800 mm × 50 HP	1	5.38	図一1 地区概要図参照
	1500 " × 150 "	1		
P <sub>2</sub>	500 " × 20 "	1	2.31	
	1000 " × 95 "	1		
P <sub>3</sub>	500 " × 20 "	1	2.31	
	1000 " × 95 "	1		
P <sub>4</sub>	900 " × 85 "	1	1.82	
	360 " × 25 "	1		
P <sub>5</sub>	1000 " × 85 "	1	2.13	
	360 " × 25 "	1		
計			13.95	

低地にはんらん、たん水する。

穴道湖の年間平均水位は (+) 0.30 m 内外で、稲作期間の最多水位 (+) 0.46 m、非かんがい期間の最多水位 (+) 0.20 m である。過去における水位の最高は、昭和20年9月に (+) 2.25 m が記録されている。

沿岸耕地に排水障害があらわれはじめる (+) 0.60 m 以上の水位の生起回数は、過去の記録より表一2の如くである。

## 2. 調査観測施設

流出の問題に関連する水文観測のうち、最も重要で基本的なものは雨量と流出量の観測である。そこで雨量観

測設備として、地域のほぼ中央に位置する島根県出雲農事試験場出東分場の構内に自記雨量計を設置した。

流出量の調査地点としては、この地域の各排水系統を踏査した結果、流域、流路の状況からモデル地区の条件を考慮し、機械排水系統に属するものとして網場川をえらんだ。

網場川は、地区のほぼ中央を東流する五右衛門川の右岸に、やや細長くのびるおよそ 300 ha の流域を有し、斐伊町直江付近から地区の東端に位する中央排水機場付近に至る約 5.5 km の延長をもつ排水河川である。その末端は、排水機場に連絡しており、したがって下部の流は排水ポンプの運転操作に大きく影響される。

表—2 穴道湖水位の上昇回数

区 別	0.60m以上	0.80m以上	1.00m以上	1.20m以上	1.50m以上	2.00m以上	備 考
調 査 期 間	1941～1957	1924～1957	1924～1957	1924～1957	1924～1957	1924～1957	1946～1949 の4年間を 除く
調 査 年 数	13	30	30	30	30	30	
生 起 回 数	53	61	27	14	6	2	
水位上昇延べ日数	220.8	266.8	101.7	40.6	14.9	1.5	
年平均生起回数	4.08	2.03	0.90	0.47	0.20	0.07	
1回当平均継続日数	4.17	4.37	3.77	2.90	2.48	0.75	

そこで、流出量の観測地点として、この変動の影響が及ばないと思われる上流部A地点に1カ所、下流部にはこの影響を考慮に入れて、B、C点の2カ所をえらび、それぞれに自記水位観測施設を設置した。すなわち、A地点においては、水田地帯からの流出特性を端的にとらえようとし、下流部においては、たん水現象との関連において内水流出の実態をとらえることを目指したものである。水位計としては、いずれもリシャル型自記水位計を使用した。

つぎに自然排水系統として、五右衛門川について調査したところ、本川は用水の反覆利用をはかるため、流路の各所に水門が設けられており、その操作によって水位が人為的に変動し、その流況をとらえるためには相当な困難が予測された。しかし、地区の自然排水系統の全体的な流出特性をおさえるため、39年度において取りあえず1カ所、D地点に自記水位計を設置した。

以上の施設は39年度において設置したものであるが、さらに40年度においては、地区の全体的な水文資料を得るため、自然排水系統の観測施設の補足として、五右衛門川のE地点に新たに自記水位計を増設した。また、各排水機場位置における地区内たん水水位を調査するとともに、ポンプ運転時の排出量を推測するために、主な排水機場の吸水槽の近くに量水標を設けて観測計画をたてた。

穴道湖の外水位については、建設省所管の量水所が松江市白濁量水所のほかに平田市東地区にもあるが、本地区に直接関係する外水条件を詳しく調査するため、右岸排水機場付近において穴道湖側に自記水位計を1カ所施設した。

このほか、将来の調査研究において、用水の取入れ状況の記録も必要となる可能性があるので、用水取入れ地点の4カ所に量水標が取り付けられた。

### 3. これまでの観測経過とその成果

39年度における観測は、計器の設置が種々の事情によりおくれたため、十分な資料を得るまでには至らなかった。

たが、観測の重点を網場川の上流部A地点において調査をすすめる、その地点における流速、流量の直接測定を行ない、水位流量曲線(Q-H curve)を作成するための資料の収集につとめた。

40年度に入ってから、上述のように観測施設の充実をはかるとともに、現地において流速、流量の実測を重ねるなど、本格的な観測調査を続行中である。

なお、現在までにえた資料のうち、網場川上流部A地点について、その資料を整理し、流路の粗度係数の検討、ユニットグラフの試算を試みたので、それについて概略を報告する。

#### (1) 網場川上流部における粗度係数

網場川上流部A地点については、39年度より重点的に流速、流量の直接測定を行なって来たが、40年度においてもこの測定をつづけ、水位流量曲線の作成に力をそそいだ。この結果、ほぼ満足できるような水位流量曲線が求められ、今後の調査研究の手がかりとなるとと思われる。

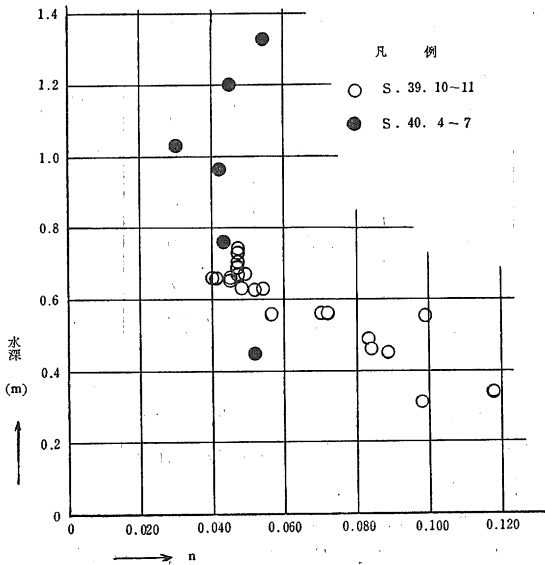
そこで、この流速測定の結果を整理し、網場川流路の粗度係数を検討した。

この測定地点の水路の状況は、水路巾約2.1mのほぼ長方形の断面を有し、兩岸は古いシガラ工で護岸されている。水路底には水草が群生しており、水路の条件としては、低平地の排水路として最も有りふれたタイプの水路と考えられる。流路は直線状で、水路底こう配は平均1,500分の1の割合均一な排水路である。

流速の測定には主として東邦電探製 CMIS 型微流速計、および CMIA 型流速計を使用し、測定した流速の範囲は平均流速にして0.10m/secから0.50m/sec位の範囲であった。

粗度係数の値を算定するにあたっては、流れの状態を等流とみなし、平均流速公式としてはマンニングの公式によって、その粗度係数nの値を逆算した。

このようにして求めたnの値は、水路の水深によって相当の変化がみられる。すなわち、このnの値を水深に対してプロットしたものが図—2である。この図からわ



図一 網場川における粗度係数と水深との関係

かのように、水深0.65 m 付近を境として、それより大きい場合はnの値はほぼ一定の値を示し、その範囲は、0.040~0.050で、かなりよくまとまっております、平均0.045程度と認められる。しかし、水深が0.65 m 以下になると水深が小さくなるにつれてnの値はしだいに大きくなる。そしてその値は0.05~0.11位の範囲にあるが、その分布のパラッキはかなり大きい。

このことは、水深が0.65 m 位より小さくなると、水路底の条件が著しく影響して、流れに対する抵抗が急激に増加してくるものと思われる。またこの抵抗の分布も、場所的に均一でなく、流速測定的位置による測定値の変動の影響もあらわれて、計算上のnの値の分布が乱れることが推測される。

これに対しある程度以上の水深(この場合0.65 m 以上)になると、平均流速に対する水路底の条件は均一化され、安定した水理特性を示すようになるものと思われる。

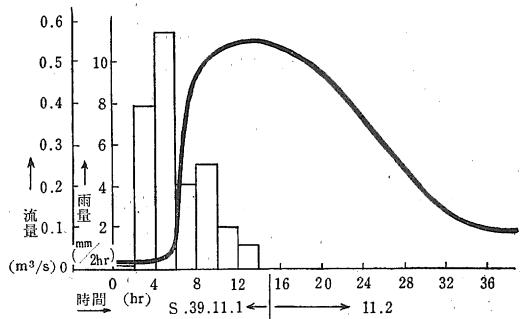
(2) ユニットグラフの試算

ある流域における降雨と流出の関係を解析するため、一般に広く用いられている方法の一つに単位図法すなわちユニットグラフ法がある。この方法は、我々が対象としているような低平地の流出に対しても、実用的な方法としてかなりの有用性が認められている<sup>(1)(2)(3)</sup>。しかしながら、単位図法はあくまで経験的な事実に立脚したある仮定のもとに出発した手法であり、その適用にあたってはいろいろ問題点がある。特にたん水状態が流出条件に直接影響するような流域での適用は議論のあるところであり、この研究においても今後追究してゆきたい課題の一

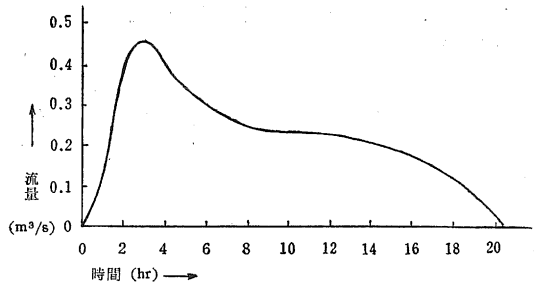
つである。

いずれにしても、観測した出水の状態を、何らかの標準化した形で表現することは、流出の実態を理解するため有効な手段であり、この意味においてユニットグラフによる出水の解析は有用な手法であるといえるであろう。

そこで、今回は39年度の観測値のうち、11月1日に降った32.0 mm 降雨からの流出量の記録を基礎に、網場川A地点におけるユニットグラフが試算された。すなわち11月1日から2日にかけての降雨と流出の関係をハイドログラフであらわしたものが図一3であり、この観測結果にもとづき、<sup>(5)</sup>試算法によって求めたユニットグラフは図一4の如くである。



図一 昭39.11.1~11.2の雨量と流出量



図二 ユニットグラフ (基準雨量 10mm/2hrs)

この結果は、11月における32 mm という小さな雨量を基礎にしたもので、内水災害の研究の目的からすれば十分なものでなく、とくに観測雨量が小さいだけに損失雨量、基底流量の分離の扱い方の差がその形に強く影響するとも考えられ今後の詳細なデータによってさらに検討されるべきものであるが、顕著なたん水状態がないにもかかわらず、フラットな低減部をもつことなど今後の研究に1つの示唆を与えているものと思われる。

4. 摘 要

湖畔地区における内水の実態を明らかにし、内水災害

対策の基礎資料を得るため、斐川地区を調査地区として、内水の流出に関する調査研究の計画をたてた。

そのためまず、現地の排水状況を調査し、網場川および五右衛門川を主体として各所に雨量および流出量の観測設備を設置し、その観測を行なっている。

現在までの観測は、網場川上流部A地点に重点をおいて同地点の水位流量曲線の作成に意をそそぎ、ほぼ満足すべき Q-H curve を作成することができた。

また同地点における、網場川流路の水路特性を検討するため、粗度係数の算出を試み、その結果、粗度係数は水路の水深によって影響されることが認められ、その具体的な関係が示された。

ついで流出解析の第一段階として、不十分ながらユニットグラフを試算し、今後の研究に対する示唆をえた。

この研究は、現在現地観測を継続中で、まだ十分な成果をうるに至っていないが、観測網の充実と、資料の積み重ねによって、今後内水対策についての何らかの手が

かりを得たいと考えている。

#### 附 記

本研究の現地調査について、多大の便宜を与えていただいた、島根県出雲農林土木事務所兼本所長、および地元関係者各位に対し深い感謝の意を表する。

#### 参 考 文 献

1. 防災ハンドブック編集委員会：防災ハンドブック，1964，技報堂 881
2. 福田仁志：排水工学，1965，養賢堂 115～128
3. 金子 良：農業水文学，1957，土木雑誌社 106
4. これからの農業土木編集委員会：これからの農業土木，1963，地球出版 119～120
5. 荒木正夫，椿東一郎：水理学演習下巻，1962，森北出版 156～174
6. 斐伊川右岸土地改良区：土地改良事業概要 1961

#### Summary

This is the first report of the studies which have been projected to obtain the basic data on the runoff characteristics of the low land by the lake. The field measurements have been made in Hikawa district near Lake Shinji, Shimane Prefecture.

After some preliminary investigations, installations for collecting records of rainfall and runoff were established at several points in the area.

As the first step in the studies, a particular emphasis was given to the measurement of streamflow and the determination of the stage-discharge relations at a point upstream in Amba-gawa, one of the streams under investigation.

Some analyses, such as the estimation of roughness of the stream channel and the derivation of a unit hydrograph, were made by using the records obtained up to the present. These indicate some suggestions to the future studies, although they are not sufficient enough to draw a final conclusion.