

低平地水田地帯の排水量に関する水文学的研究

— 第1報：新潟県新津郷の排水量を例として —

森 田 浩

(山形大学農学部農地造成学研究室)

(昭和37年8月31日受領)

Studies on the Hydrological Analysis of the Drainage from an Alluvial Lowlands.

— (1) : Hydrological Characteristics of the Drainage from
Three Districts in Niitsu-Gō, 1954 —

Hiroshi MORITA

(Faculty of Agriculture, Yamagata University, Tsuruoka, Japan)

目 次

- I. まえがき
- II. 水田排水量を中心とした水収支の関係について
(水田の基底排水量と直接排水量)
- III. 対象地区, その他
- IV. 研究結果
 - IV-1. かんがい期の排水量
 - IV-2. 非かんがい期の排水量
- V. 要 約
- VI. あとがき, 参考文献及び資料

I. ま え が き

低平地水田地帯における用排水の管理を合理化して, 広い水田地帯の水経済を有利に発展させるには, 複雑なる諸条件を明にすることが必要であるが, これらの条件の一つに水文学的資料の整備があげられる. 即ち水田地帯内の水収支の実態を明にすることが, その水利問題を分析する基礎的条件の一つである.

しかし, 一地域の水収支の実態を調査するだけでも, 少々困難な現状であるので, 筆者は所謂“残水”(水田の基底排水量*)に着目して, これを中心として排水量の実態を水文学的に明にすることを勉めた.

この研究は上記の目的のために, 対象地区として新潟県新津郷・3地区(三津屋・覚路津及び新小須戸)を選定し, その排水量について流出特性, 特に基底排水量及び直接排水量*の水文学的特性を明にしたものである. (*:次項参照)

II. 水田排水量を中心とした水収支の関係

(水田の基底排水量と直接排水量)

晴天が続いた時に排水機場に集る排水を“残水”と呼ぶが, 水文的には河川の基底流量

と対照して、これを水田の基底排水量と称して差支えないであろう。

河川の増水量(出水量)に対応する水田排水量についての水文量として、降雨量の影響で直接的に排水機場に集る排水量を直接排水量とよぶことにする。

この研究で取りあつかう対象地区の水文条件は、流入側としては揚水量と雨量、流出側としては排水量と蒸発量であると限定して、対象地区はこの限定条件に合う地域を選定した。なお、研究課題の性質上、地下水流動量は無視し得ると仮定して、計算をすすめた。

このような条件のもとで、水収支の関係式は次のようである。

$$\begin{aligned} \text{全排水量} &= \text{降雨による直接排水量} + \text{基底排水量} \\ &= \text{全揚水量} + \text{雨量} - (\text{蒸発量} + \text{保留量}) \cdots \cdots (1) \end{aligned}$$

$$\text{基底排水量} = \text{全排水量} - \text{直接排水量} \cdots \cdots (2)$$

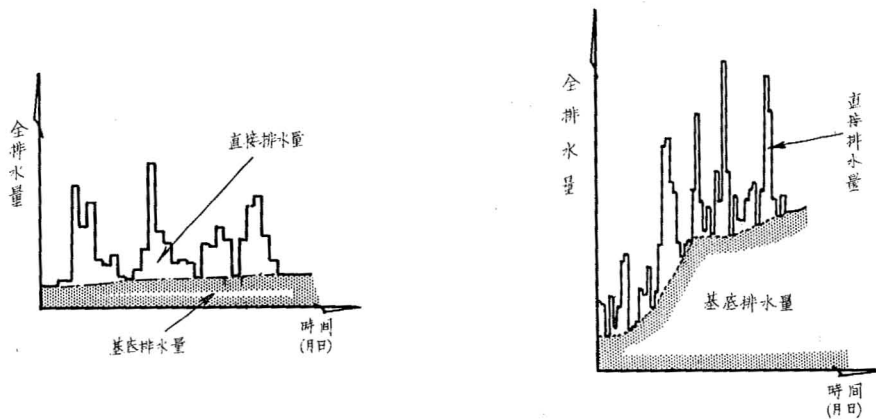
$$\text{雨量} = \text{直接排水量} + \text{蒸発量} + \text{保留量} \cdots \cdots (3)$$

これらの関係式において、降雨量・直接排水量は地域全面積に関係するが、揚水量及び基底排水量は水田面積のみに関係するとして計算した。

この研究の目的よりして、全排水量より基底排水量を分離することが問題点であるが、これは図-1・A及びBに示すように、河川流量の分析で従来用いられている全流出量より増水量を分離する方法を用いた。

A. 基底排水量比較的一様な場合(非かんがい期)

B. 基底排水量増加の場合(かんがい期)



第1図 直接排水量と基底排水量の分離

Ⅲ. 研究対象地域, その他

Ⅲ-1. 対象地域の選定理由と地域の概要

この研究で対象とした地区は、新潟県新津郷7排水区域(表-1参照)の内、新小須戸・三津屋及び覚路津の3排水区域(面積約4,430ha内水田約3,230ha)であるが、これらの区域を選定した理由は次のようである。

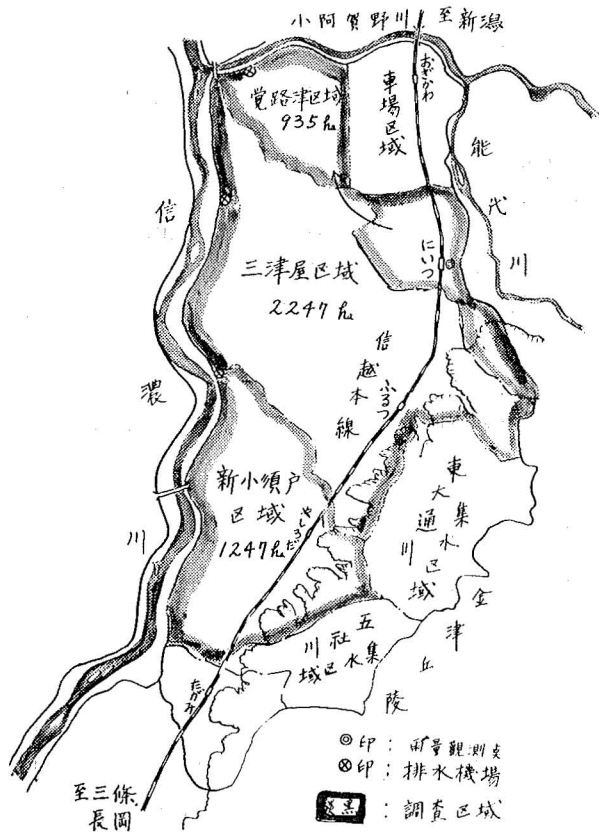
- 1) 上記の3区域は新津郷の主要地区であつて、前述した限定条件に合い必要な資料が他の区域に比較して得易い。
- 2) これらの区域は水文的に相互に関連し合い、特にかんがい期には1区域として取扱わなければならない。

3) 他の区域はそれぞれ独立した小地区であるが、水文的に分析するには資料に欠け、且つ水利上の条件がかえつて複雑であつて取り扱いが困難である。

新津郷は新潟県新津市、中蒲原郡小須戸町、小合村、金津村及び南蒲原郡田上村の1市4ヶ町村に跨る地域であつて、東は能代川及び国鉄信越線を界として山陵に接し、西は信濃川堤防、南は田上村地内の才歩川、北は小阿賀野川の各堤防に囲まれている。その総面積は約6,780ha、水田面積は約3,770haである。(図-2、表-1参照)

本地域の耕地は、信濃川及び阿賀野川の沖積土よりなり、表層、下層ともに腐植質壤土であつて、ほとんど全地域に渉り深さ1~2mのところ低位泥炭層が分布しているが、地味は比較的肥沃である。地域東側の山地の地質は第3紀層である。

この地域は、地勢上自然排水が困難であつて、自然排水の可能な面積は総面積6,780haの約10%に過ぎず、従つて湛水被害は勿論、早魃の害を受けることが多かつたので、明治44年6月小合村大秋地内に70P渦巻ポンプ1台を設置して以来、昭和13年頃までに数次



第2図 新津郷土地改良区全図(排水区域概要図)

第1表 新津郷の排水区域とその面積

昭和31年現在新津郷土地改良区調

排水区域名	田		計	摘要
	ha	山地その他 ha		
五社川排水区域	—	416	416	自然排水
五社川排水機区域	100	350	450	機械排水
東大通川排水区域	—	871	871	自然排水及び機械排水
調査研究地域	新小須戸排水機区域	887	360	機械排水
	三津屋同上区域	1667	580	同上
	覚路津同上区域	675	260	同上
	三津屋同上区域	3229	1200	同上
車場排水機区域	439	178	617	主として機械排水
合計	3768	3015	6783	

の改良を重ねて来た。

大河津分水竣工後、信濃川下流の河床上昇によりその沿岸の各排水機場の機能が減退した上に、補助用水源である阿賀野川は河道整理に伴い、その濁水位が低下して取水が困難となつて来たので、その後も引続き用排水事業の改善に努力して現在に至つている。

この地域の地勢の要点を記すれば、次のようである。

- 1) 勾配、南より北に向い約1/3,300, 東西より中央部低地に向い1/900~1/2,000.
- 2) 最高地点、地域南端の田上村五社川附近にて、海拔5.5m.
- 3) 最低地点、六反田郷排水路合流点附近にて、海拔1.25m.
- 4) 信濃川の洪水位、平水位及び低水位(表-2参照).
- 5) かんがい期間(自5月1日、至9月30日)中、信濃川の最低水位.

信濃川と小阿賀野川の合流点(両川村大字酒屋、酒屋量水標)の最低水位は、昭和7年~21年の15ヶ年間の記録によれば、海拔1.11~1.50m, 平均1.29m.

第2表 信濃川の洪水位、平水位及低水位

No.	地 点	洪水位	平水位	低水位
		m	m	m
1	五社川・信濃川合流点、南蒲原郡田上村湯川	6.90	4.05	3.55
2	三津屋排水機場附近	5.05	2.80	2.20
3	新津市大字寛路津三枚湯地先	4.80	2.60	2.00
4	同上 寛路津自動門扉地点	4.50	2.40	1.85

Ⅲ-2. 気 象 資 料

雨量観測点は、地区内で新津三津屋及び新小須戸の3ヶ所であるが、調査全地区の雨量推算値は集水面積の重さを考えて、近似的に $R = \sum R_i \cdot A_i / \sum A_i$ より求める。

蒸発量観測点は地区内にはなく、最も近い新潟県立新津園芸試験場(調査地区中心より約5km)の観測資料を基とし、なお地区中心より南方約14kmの位置にある新潟県立加茂農林高校の観測値を参考とする。

Ⅲ-3. 地域内における水稻栽培の主なる慣行

用排水の問題を考察するに必要な本地域の稲作慣行の内、水田農作業の時期を表-3に示す。

第3表 水田作業の時期

作 業 名	時 期	摘 要
揚 水 開 始	4月15日前後	
苗 代 播 種	4月20日~25日	苗代日数は概ね40~45日
田 植	早生種 5月20日~6月5日 中生種 6月上旬(3~8日頃) 晩生種 6月上旬(5~10日頃) 二毛作 6月10日~25日	1. 概ね5月15日~6月25日間 2. 田植期間は約10日間 3. 早生種の田植は早くなる傾向
中耕除草	第1回 6月中旬 第2回 6月下旬 第3回 7月上旬	田植後5~7日(10日)後 第1回除草後10~14日後 除草機では出穂前30(20)日 2・4-D除草では25~35日前
落 水	概ね9月15日頃	越路早生の刈取時期9月中・下旬 晩生種刈取時期の関係で9月中旬以降になる傾向

Ⅲ-4 排水量の計算法^{註(1)}

この研究の基礎となる日排水量の計算には、次の略算式⁴を用いる。

$$Q^* = 60 \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot (q_0)_i \cdot T_i$$

ここに

Q^* : 日排水量の略算値 (m³/day)

α_i : i 番目ポンプの排水量修正係数

$(q_0)_i$: i 番目ポンプの規格排水量 (m³/min)

T_i : i 番目ポンプの1日の運転時間数 (hr)

この式の計算誤差の精度は、実揚程 H_a ~排水量 Q 曲線より直接求めた計算値に対して、5%以下(多くは2~3%)であるので、本調査研究の計算法として十分であると考えられる。

註(1). 土地改良昭和31.8 P.21~26 “ポンプ日排水量の略算法” 参照。

Ⅳ. 研究結果

Ⅳ-1. かんがい期の排水量

Ⅳ-1-1 雨量と直接排水量との関係

全排水量曲線(前記3地区の排水量を重畳した曲線)より、従来の方法(河川の流量曲線より、流出量と基底流量とを分離する方法)で、降雨による直接排水量と基底排水量とを分離すると、図3のようになる。

次節でも述べるように、苗代・播種期(4月下旬)以降直接排水量に比較して基底排水量が著しく大きいことが特徴的である。

図3より各降雨毎に雨量と直接排水量との関係を求め、直接排水率^{註(2)}を計算すると表-4及び図-4のようである。

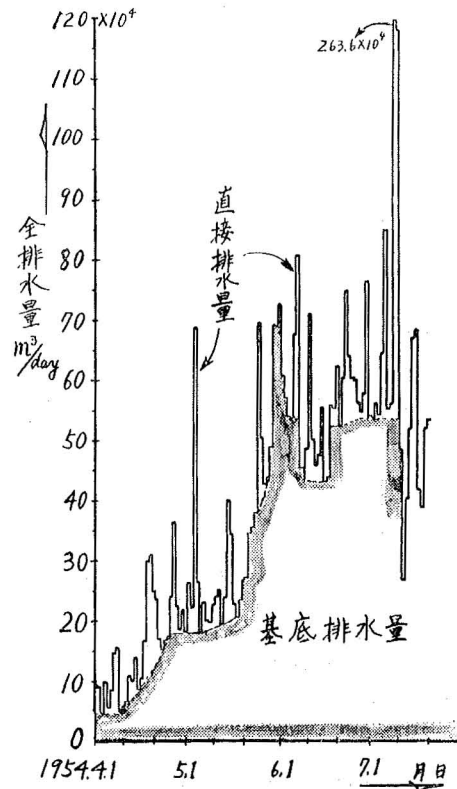
註(2). 直接排水率 = 直接排水量/雨量(河川における流出率 = 増水量/雨量に相当するもの)。

雨量と直接排水量との関係は、図-4よりわかるように、用水増加の場合(基底排水量が増加している場合、図・表で×印のもの)と用水がほぼ一定の場合(基底排水量がほぼ一定の場合、図・表中の○印のもの)とで異なる。それぞれの場合について、雨量と直接排水量の関係式を求めると次のようになる。

用水増加の場合 $D = 0.28R \dots\dots(4)$

用水一定の場合

$D = 0.5 + 0.42R - 0.75 \times 10^{-3}R^2 \dots\dots(5)$



第3図 かんがい期の排水量
1944. 4. 1~7. 20間
三津屋・覚路津・新小須戸
3地区全面積 4429ha 水田面積 3229

第4表 かんがい期における雨量と直接排水量及び直接排水率

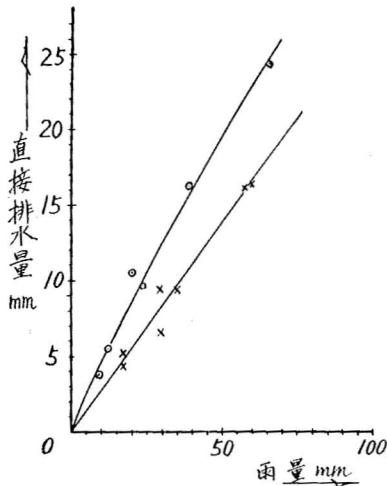
全面積 4429ha

調査番号 No.	期 間	日 数	雨 量	直 接 排 水		直接排水率	備 考
				m ³ × 10 ³	mm		
1	4. 5 ~ 4. 9	5	12.0	247	5.57	46.5	○
2	4. 10 ~ 4. 15	6	17.0	194	4.38	25.8	×
3	4. 16 ~ 4. 23	8	59.9	732	16.5	27.6	×
4	4. 24 ~ 4. 29	6	29.8	294	6.64	22.3	×
5	5. 1 ~ 5. 6	6	38.8	724	16.3	42.0	○
6	5. 7 ~ 5. 12	6	17.1	232	5.23	30.6	×
7	5. 14 ~ 5. 18	5	35.0	417	9.4	26.8	×
8	5. 24 ~ 5. 28	5	29.4	420	9.46	32.2	×
9	6. 9 ~ 6. 13	5	23.7	429	9.68	41.0	○
10	6. 14 ~ 6. 17	4	9.1	170	3.84	42.2	○
11	6. 18 ~ 6. 28	11	57.4	721	16.2	28.2	×
12	6. 19 ~ 7. 3	15	65.8	1081	24.4	37.1	○
13	7. 4 ~ 7. 8	5	20.0	464	10.5	52.5	○
14	7. 9 ~ 7. 10	2	62.7	2741	61.9	98.7	△

備考 ○印：用水が減少又は一定なる場合。
 ×印：用水が増加している場合。
 △印：降雨条件，水田管理条件が著しく他と異なる場合。

$$\text{直接排水率} = \frac{\text{直接排水量}}{\text{雨 量}}$$

(河川の流出率に相当するもの)



第4図 直接排水量と雨量
1954. 4. 1~7. 20

○印 用水が一定又は減少している場合
 ×印 用水が増加している場合

直接排水率は，前者の場合約28%であり，後者の場合約42%である．これらの値が著しく異なることは，水田管理上用水増加の場合は，水田に貯溜される雨量（有効雨量）が大であると推測されることから，現象的には凡そ理解される．なお，表-4の調査番号14に示す7月9日～10日間，降雨量62.7mmの調査例のように，集中雨の場合には直接排水率が100%近くなる（又は条件により100%以上になる）ことも，機場管理上重要なことである．

上記の計算結果に基づき，本地区の水田有効雨量の比率を推定すると次のようである．

a) 非かんがい期の直接排水率（後述）は約35%であるので，灌水の有無により直接排水量には特異の差は認められない．

b) 上記の観測値は4日間以上の期間の数値であつて，丘陵地帯の表面流出及び中

間流出はほとんど終つたものと考えられる．

c) 本地区の水田率は73%であり，道路・畑地・宅地等を考えると，平地の占める面積比率は大きい．

等の理由から，前記観測期間（表-3参照）以降の短期間内に，水田への流入量は極めて小

量であると推測されるので、水田貯溜量をそのまま水田有効雨量と見做してよいであろう。
即ち $\text{水田貯溜量} = \text{雨量} - \text{直接排水量}$ (但し蒸発量=0)

$$= \text{水田有効雨量}$$

となるから、本地区の降雨量に対する水田有効雨量の割合は、直接排水率の計算値28%及び42%を用いると、72%~58%となり、高々75%~60%程度であると推算される。この推算値は慣用の数値70~80%よりやや小さい。

元来、水田有効雨量の割合は

- (イ) 自然排水か、機械排水か
- (ロ) 水田地帯と周囲の立地条件
- (ハ) 水利慣行や水田管理方式

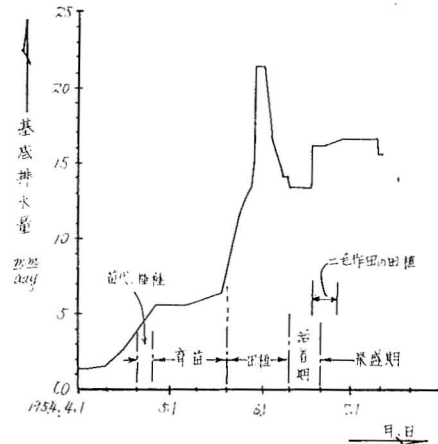
等により左右されると考えられるので、このような観点から検討を要すべき課題であると思う。

IV-1-2. 基底排水量

前節のはじめに述べた様に、苗代・播種期以降基底排水量は著しく増加して、時期によつては直接排水量の数倍に達する。表-5はこの関係を明にするために、降雨毎の小期間について、直接排水量、基底排水量及び全排水量を求め、全排水量に対するそれぞれの比率並に両者の割合を計算した結果である。

図-5は、単位面積当たり基底排水量(単位基底排水量と略す)の日変化を示す。

図より明かなように、水田農作業の各時期に対応して、単位基底排水量は特徴的な変化を示している。この特徴的な変化を、作業内容と関連して考察すると、次のような重要な傾向が見られる。



第5図 水田基底排水量と農作業との関係
新津郷三津屋・覚路津及新小須戸3地域、
水田面積合計3229ha, 1954.4.1~7.20間

第5表 かんがい期における直接排水量と基底排水量 (自昭和29年4月 至昭和29年7月)

No.	期 間 月 日	雨量 mm	直接排水量 m³	基底排水量 m³	全排水量 m³	全排水量に対する比率		基底排水量 直接排水量
						直接排水量	基底排水量	
			× 10³	× 10³	× 10³	%	%	
1	4.5~4.9	12.0	247	250	497	49.7	50.3	1.01
2	4.10~4.15	17.0	194	422	616	31.5	68.5	2.18
3	4.16~4.23	59.9	732	959	1691	43.3	56.7	1.31
4	4.23~4.29	29.8	294	1064	1358	21.6	78.4	3.64
5	5.1~5.6	38.8	724	1080	1804	40.2	59.8	1.49
6	5.7~5.12	17.1	232	1122	1354	17.1	82.9	4.85
7	5.14~5.18	35.0	417	1008	1425	29.3	70.7	2.41
8	5.24~5.28	29.4	420	2028	2448	17.2	82.8	4.81
9	6.9~6.13	23.7	429	2175	2604	16.5	83.5	5.06
10	6.14~6.17	9.1	170	1736	1906	8.9	91.1	10.24
11	6.18~6.28	57.4	721	5332	6053	11.9	88.1	7.4
12	6.19~7.3	65.8	1081	—	—	—	—	—
13	7.4~7.8	20.0	464	2700	3164	14.7	85.3	5.8
14	7.8~7.10	62.7	2741	1620	4361	62.8	37.2	0.59

※降雨条件が他と異なるため除外する。

- 1) 揚水開始(4月10日)直後より苗代・播種期(4月20~25日)まで、ほとんど直線的に基底排水量は増加する。
- 2) 育苗期間では、基底排水量は概ね一定しているが、これは水田管理(育苗中用水の変動はすくない)実態とよく一致する。
- 3) 田植準備期より早生種田植期間中、基底排水量は急激に増加して最大約21mm/dayに達するが、早生種の田植完了後一時約13mm/dayまで減少する。その減少している期間は約1週間であつて、この事柄は田植後活着するまで約1週間掛け水をひかえる慣行とよく符合する。
- 4) 晩生種の田植開始、並びに早生・中生の活着後の用水増加に伴い、基底排水量は6月20日以降16~17mm/day^{註(3)}まで増加する。

上記のように、単位基底排水量(日残水量/水田面積)の変化が農作業の時期及びその内容と密接に関連している特性は注目すべき現象であつて、図5は“広域水田管理の特性曲線”とも云うべく、一般の広域水田の水管理を考究する全般的立場からも、亦、特定地域の水管理を検討する特殊な立場からも、重要なものであると考える。

先づ、用排水の調査研究と云う全般的な面より見る場合、「単位基底排水量が小なる程、地区の水管理に有利である」ことは、水田管理上の明かなる基本条件であるから、この基本条件を判定指針とすれば、

(イ) 条件の異なる地区間の水田管理の比較検討

(ロ) 諸条件の変化に伴う同一地区の水管理の変遷

等を考察するのに、この単位基底排水量曲線は重要な分析手段となり得るであろう。

即ち、数地区で立地条件や管理方式等が異なる場合、各地区の単位基底排水量曲線を求めることにより、それぞれの特徴を明にし得るとともに、その数値の大小によつて地区間の用排水管理の優劣を総合的に比較検討することが出来る。又、一地区において、管理・施設・水利慣行^{註(4)}等に工夫改善を加えた場合、その得失も同様にして比較考察し得るであろう。

要するに、広域水田管理の問題を探究する場合に、この曲線は比較検討の一つの科学的基範となるので、これを一つの特性曲線と云うことが出来る。

註(3). 図-3に示すように、単位基底排水量は6月20日~7月9日間で16~17mm/dayであるが、別途実施した地域内における小地区揚水量試験の結果によれば、単位揚水量は表-6に示すように平均17.6mm/dayである。これらを直接比較することは困難であるが、参考資料として記載する。

(無降水時、水田が平衡状態であれば、短時間の蒸発量を無視して

単位基底排水量 \leq 単位揚水量 但し、貯溜量 \neq 0)

註(4). この地区の管理者は昭和32年度、用水節約の一方法として、1週間のうち、2~3日揚水を

第6表 小地区の揚水量 (新津郷土地改良区試験成績)

地区名	支配面積	規格揚水量	運転時間	日揚水量	単位揚水量
	ha	m ³ /sec	時間	m ³	mm
下 小 戸 木 ン プ	138	0.441	15	23,814	17.3
海 の 同 上	143	0.634	10.5	23,965	16.8
山 谷 同 上	137	0.441	16	25,402	18.5
西 島 同 上	13	0.098	7	2,470	19.0
古 津 同 上	14	0.098	9.5	3,352	23.9
湯 川 同 上	40	0.108	16	6,221	15.6
全 体	485	—	—	85,224	17.6

中断する間歇揚水方式を試験的に採用した。間歇揚水方式が基底排水量の変化にどのような影響を与えたか。是非分析すべき問題と考える。その他、用排水路の改修・路線変更、用水源の変更等諸条件の変化は多い。(以上註4)

次に、本地区の管理当事者間では、この地区の“残水”(水田の基底排水量)が多過ぎるのではないか、即ち掛け流し等による用水の無駄が相当量あるのではないかと云うことを懸念している。

これは特定地域の水管理の問題であつて、現段階では本地区水田の減水深調査が不足であるため、この疑問に対して明確に答えることは困難であるが、近郷において土地条件の類似している水田の観測資料を参考にして、次のように推論される。

即ち水田の減水深は、加茂郷(新津郷南方の隣接地域)で9~11mm/day平均10mm、加茂農林高校実習水田で8~12mmであり、本地区数ヶ所における観測値もこれに近い。又加茂農林高校水田では、6月20日頃の暗渠排水量ピークが約16mm/dayであることより考へて、本地区の単位基底排水量は、7月上旬までの期間では6月1日前後の早生種田植時ピーク21.4mmを除いては、余り問題となし得ないのではないかと推測される。^{註(6)}

理想的には、単位基底排水量を6月10日直後の活着期における13~14mm程度に止めたいが、6月20日以降の晩生種田植時には、広い地区の水管理を考えると、一種の“運用水”

とも云うべきものも必要となり、16~17mm程度の基底排水量は止むを得ないのではなからうか。この点は今後一層綿密な現地調査^{註(4)}を行うと共に、この地区の排水量曲線の経年的変化を分析して確認すべきである。

いづれにしても、単位基底排水量曲線のもつ重要な性質は、広域水田の水管理の問題を探究するのに、一つの手掛かりを与えるものと思う。

註(6). 早生種と晩生種の作付面積が問題となるが、6月上旬にはほとんどの水田に水がはいるので、このように推論した。この点は作業実態を調査して、再吟味すべきものと思う。

IV-2. 非かんがい期の排水量

IV-2-1. 排水量曲線と非かんがい期の基底排水量

非かんがい期は、落水が毎年概ね9月15日頃であるので、この研究では降雨状況等気象の先行条件を考慮して9月20日以降とする。

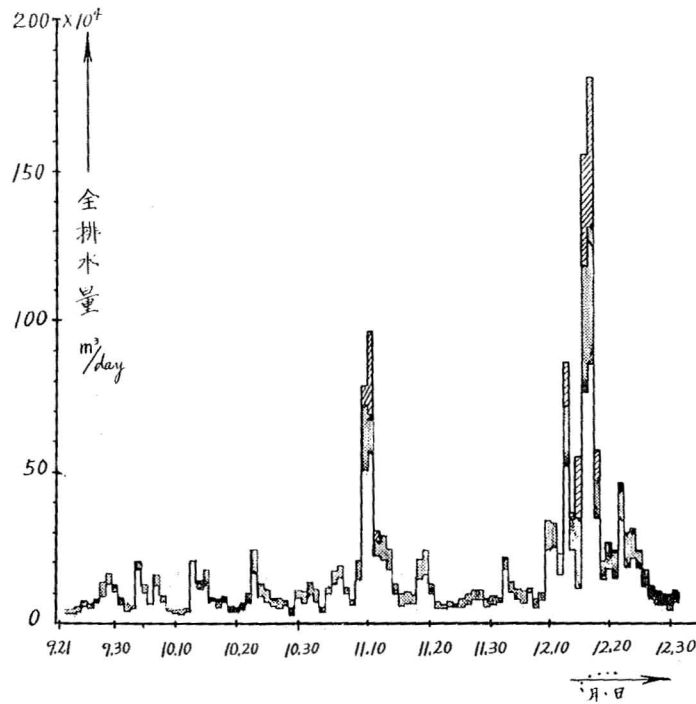
9月22日より12月31日までの3排水機場の日排水量(m³/day)を重量したものを図-6に、又同期間・覚路津・三津屋及び3区域全体について、単位面積当り日排水量(単位日排水量mm/day)をそれぞれ図-7(1), (2), (3)に示す。

これらの図より、この時期の基底排水量について見ると、その値は概ね1~2mm/dayであつて、9月~10月間では1~1.6mm/dayである。この値は、土壤条件が類似な水田隣接畑地の地下水流動量⁵⁾1.4~1.6mm/day、及び水田暗渠の基底排水量平均1.4mm/day⁶⁾と比較して、よい一致がみられる。このことは、基底排水量の計算方法が正確であることを、裏書するものと考えられる。

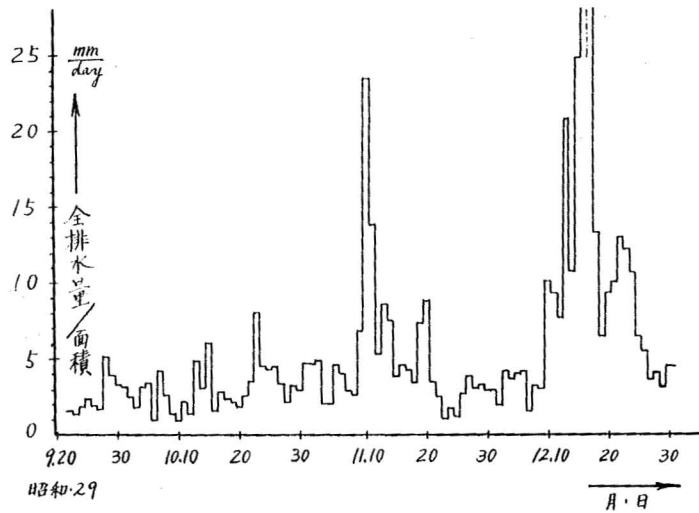
IV-2-2. 雨量と直接排水量との関係

前掲図-7(1), (2), (3)に示す排水量曲線より、各区域及び全地区別に、雨量と直接排水量との関係を求めると、図-8のようである。

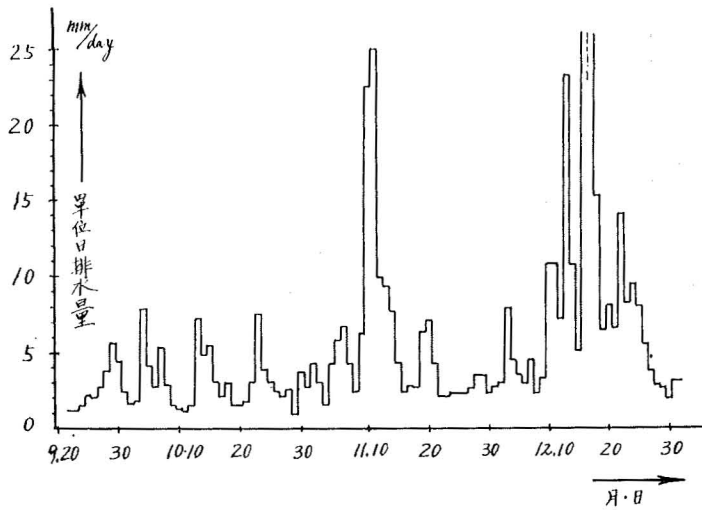
図中○印の点(R=178mm, D=168mm)は、国営新井郷川排水機場計画、設計時の観測値⁷⁾であるが、本調査における全地区の結果に非常に近い。



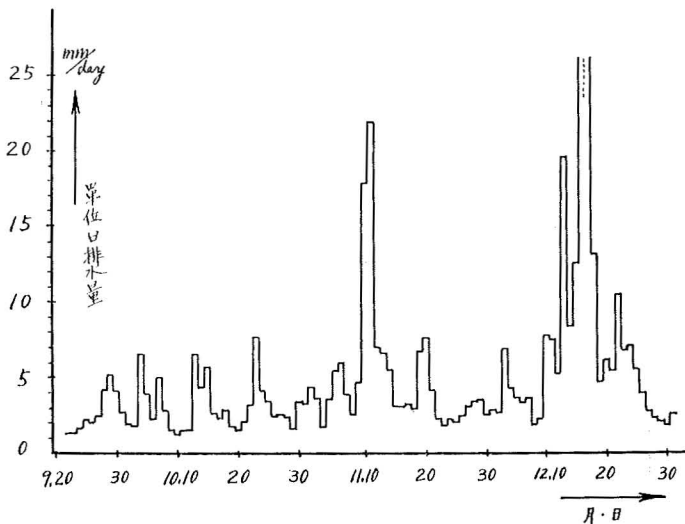
第6図 三津屋, 覚路津, 新小須戸, 3地域の全排水量 (昭和29.9.21~12.30)
ハッチ: 新小須戸, 淡黒: 覚路津, 白: 三津屋



第7図(1) 覚路津, 単位日排水量 関渉面積 935ha



第7図(2) 三津屋, 単位日排水量 関渉面積 2247ha



第7図(3) 三津屋, 寛路津, 新小須戸3地区全体の単位日排水量 関渉面積 4429ha

これは前記排水機場の集水地域である北蒲原土地改良区と、本調査地域（新津郷土地改良区）との流域条件が、巨視的に見て類似していることによるのではなかろうか。単なる偶然的一致とは考えられないので、今後比較検討すべき課題であると思う。

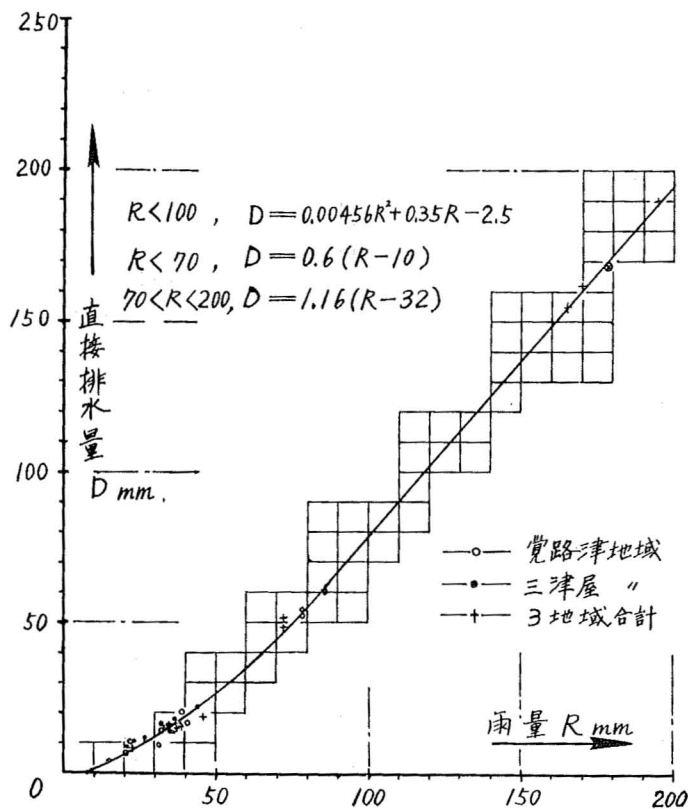
図-8に示す雨量-直接排水量曲線の関係を、河川の場合にならい、雨量階級別の関係式で表わすと次のようである。但し、R:雨量(mm), D:直接排水量(mm)

R < 100mmの場合

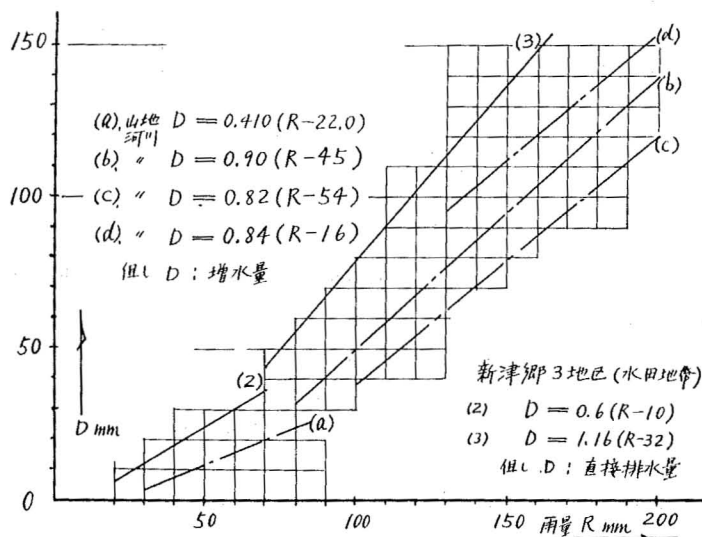
$$D = 0.00456R^2 + 0.35R - 2.5 \dots\dots\dots(1)$$

R < 70mmの場合

$$D = 0.6(R - 10) \dots\dots\dots(2)$$



第8図 雨量と直接排水量との関係 昭和29年度非かんがい期



第9図 水田地帯と山地における流出状況の比較 (D~R関係比較図)

70<R<200mmの場合

$$D=1.16(R-32)\dots\dots\dots(3)$$

これらの計算結果と、従来各地の河川について得られた結果⁸⁾とを比較検討するために、同程度の雨量階級のものより、2, 3の代表例を挙げると次のようである。(河川の場合、D:増水量mm)

- a) 岡山県龍ノ口山(山地)
 - 30<R<85mm 北谷: D=0.410 (R-22.0)
 - 南谷: D=0.376 (R-22.0)
- b) 群馬県宝川(山地)
 - R=80~250mm D=0.90 (R-45)
- c) 岐阜県根尾川(山地)
 - R=100~250mm D=0.82 (R-54)
- d) 埼玉県逆川(山地)
 - R=130~200mm D=0.84 (R-16)

これらの諸結果と本調査結果とを比較すると、図-9に示すように、山地の場合より流域の水田率約73%の新津郷の方が、Rに対してDが大きい。この傾向は特徴的であつて、降雨前の水田土湿条件排水路の完備等の外に、本地区は年間を通じて排水を実施して非かんがい期の乾田化を励行しているのので、表面貯溜量及び土壌保留量が比較的少なく、従つて流出の割合が山地より大きくなるものと推測される。

このことは、土地改良の進展に伴う諸条件の変化を、直接排水量の分析を通して把握する可能性を示唆するものと考えらる。

IV-2-3. 非かんがい期の保留量曲線及び期間の水収支

この研究では、河川の場合にならい、保留量曲線は累加雨量と累加直接排水量(累加流出量に相当するもの)の差をとつて求める。(保留量=表面貯溜量+土層保留量+深部浸透量+蒸発量)。一方、長期間の水収支については、期間の起点における地区内の水量を基準として、それよりの増減を、累加雨量-(累加全排水量+累加蒸発量)として計算する。

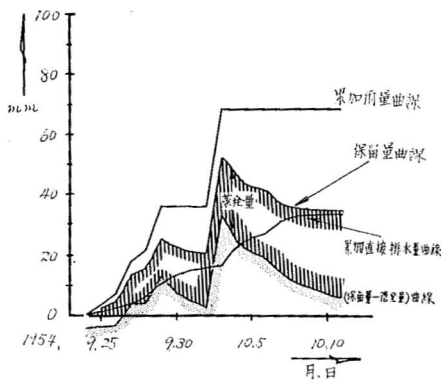
蒸発量の主なるものは土壌面蒸発量であるが、この観測値は新潟地方における資料がないので、関東ロームの湿潤状態について実験した農技研・田地野技官の研究結果⁸⁾を参照して蒸発計蒸発量の6割として推算する。

保留量及び水収支の計算を行つた主な目的は次のようである。

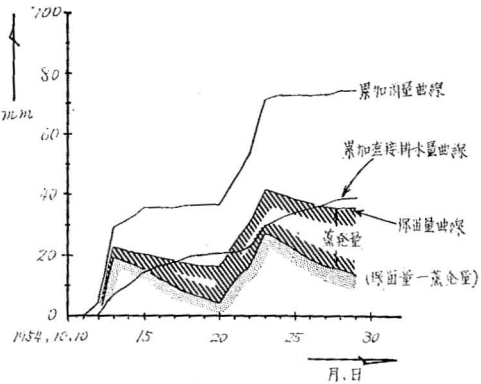
- (1) 収穫時期に農作業の能率を良くするために、この地区では乾田化につとめているが、乾田化の状況がどのように保留量曲線に現われるか。
- (2) この地区は、全地域にわたつて冬期排水を励行しているが、これをどの程度まで行つたならば良いか。即ち冬期排水について、管理上の判断資料が期間の水収支を求めることにより得られないか。

これ等を吟味するために、(1)については、全地区内で比較的低位の多い三津屋区域を選び、9月23日~10月11日及び10月11日10月29日の両期間で、(2)については、9月22日~12月31日の期間で3区域全体の水収支を計算する。これらの計算結果を、図-10A, B及び図-11に示す。

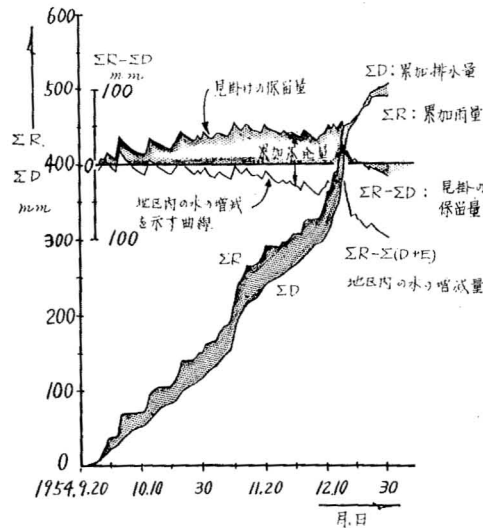
なお、これらの外に、(1)について比較対照するために、三津屋地域と水文的条件が類似



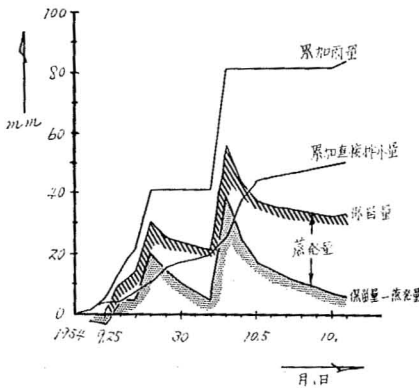
第10図A
三津屋地域における(保留量-蒸発量)の変化
1954.9.24~10.11
保留量-蒸発量 = 表面貯留量 + 深部浸透量 + 土層保留量



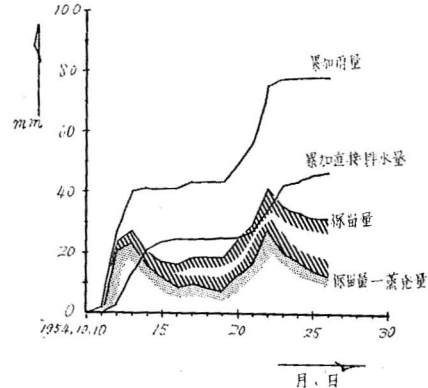
第10図B
三津屋地域における(保留量-蒸発量)の変化
1954.10.11~10.29



第11図 3地区内の水収支 三津屋, 覚路津及新小須戸 1954.9.22~12.31間



第12図A 加茂郷における(保留量-蒸発量)の変化 1954.9.23~10.11



第12図B 加茂郷における(保留量-蒸発量)の変化 1954.10.10~10.26

している加茂郷(新津郷南方約14km, 関係面積807ha)の保留量を前記2期間で求め、その結果を図-12A, Bに示す。

図-10A, B及び図-12A, Bより明かなように、新津郷三津屋区域並に加茂郷の前記2期間における保留量曲線はよく似た傾向を示し、降雨後数日間で保留量-蒸発量は著しく減少している。(保留量-蒸発量=表面貯留量+深部浸透量+土層保留量)

これは前記期間中で両地域(新津郷三津屋及び加茂郷)とも農作業を円滑に行うことが出来た水田の実態と照合して当然のことであるが、翻つて考えるならば、今後この種調査の分析方法として、保留量の計算が有効であることを示すものと思う。

調査目的(2)については、図-11より明かなように、地区内における水分の減少状況は地区全体としても良好であつて、12月末では9月下旬に比較して約100mm少なく、本地区の排水が冬期でも相当徹底して行われていることがよくうかがえる。即ち地区の排水乾田化の程度を考察する資料として、地区全体の水収支を求めることは役立ち得ると思う。

V. 要 約

沖積平野において河川堤防で囲まれる水田地帯の農業水利問題を究明するには、その地域内の水収支に関する水文学的課題を明にすることが先決である。

この第1段階として、筆者は新潟県新津郷の排水量について水文学的分析を行った。その主なる成果は次のようである。

(1) 水田基底排水量の日変化は、その水田地帯の農耕時期と密接に関連していて、極めて特徴的である。この日変化曲線は、“広域水田排水量の特性格線”とも云うべき性格をもち、広域水田の農業水利問題を研究するために、重要な示標となるものと考え。即ち

(i) 条件の異なる地域間の水田管理の比較

(ii) 諸条件の変化に伴う同一地域の水管理の変遷

等を考察するのに、水田基底排水量曲線は重要な分析手段となる。

(2) かんがい期間における雨量と直接排水量との関係は、水田への取水状況(取水を増加する場合と取水を減少するかまたは一定とする場合)で異なることを明にした。なお、この分析過程で、全排水量を直接排水量と基底排水量とに分離する方法は、河川流量を増水量と基底流量とに分離する水文的方法が有効であることを確認した。この期間の雨量(R)と直接排水量(D)との関係は次のようである。

水田への取水を増加する場合

$$D=0.28R \text{ (mm)}$$

水田への取水を減少するか、又は一定とする場合

$$D=0.5+0.42R-0.75 \times 10^{-8}R^2$$

(3) 水田の有効雨量は、水田へ用水を取り入れる状況により異なり、かつ、有効雨量と降雨量との比率は慣用の数値(70~80%)より小なることが明になった。

(4) 水田地帯の非かんがい期における雨量-直接排水量関係と、山地の自然河川における雨量-増水量関係とを比較検討して、短期間に流出する量は山地よりもこの種水田地帯の方が大きくなることを明にした。平地の多い水田地帯の直接排水量が山地の増水量(水田の直接排水量に相当する量)より大となる傾向は特徴的であつて、機械排水の水田地帯

の一特質である。この傾向を生ずる要因は、水田土湿条件・排水機構及び排水条件等であると考える。

非かんがい期における雨量—直接排水量の関係式は次のようである。

$$R < 100\text{mm} : D = 0.00456R^2 + 0.35R - 2.5$$

$$R < 70\text{mm} : D = 0.6 (R - 10)$$

$$70 < R < 200\text{mm} : D = 1.16 (R - 32)$$

(5) 非かんがい期における保留量曲線を求め、乾田状態との関連を検討して、保留量曲線が乾田化の一つの指標となることを明にした。

Ⅵ. あ と が き

この研究は筆者の微力のために不備の点多く軽卒な速断なきを期し難いが、幸い水田基底排水量の基本的性格等を明かになし得たと思われるので、引き続き調査研究を行い内容を充実させたい念願である。不備の点については、諸先学の御批判と御教示を得れば幸甚である。

この研究を進めるにあたり、東大教授山崎不二夫博士、同新沢嘉芽総助教授及び農林省金子良技官より御指導と御鞭撻を賜つたことを心から深謝するとともに、文部省科学奨励研究費を下附されたことを感謝する次第である。

なお、業務多忙の中を煩をいとわれず現地調査に御協力して頂いた新津郷土地改良区斎藤総務殿外関係者の方々、並にこの調査研究の主旨を理解されて終始御鞭撻を頂いた元加茂農林高等学校長吉田巖先生に衷心より敬意を表したい。

参照文献及び資料

- 1) 新潟県新津郷土地改良事業計画書
- 2) 新潟大学農学部並新津郷土地改良区；農業経営実態調査集計表(昭和29~30年)
- 3) 同；研究資料第1号(昭和30.3)~第4号(昭和31.3)
- 4) 森田 浩；ポンプ日排水量の略算法；土地改良第6巻第8号
- 5) 同；水田隣接畑地の地下水；土地改良第7巻第7号
- 6) 同；水田暗渠排水量実測結果の一事例；土地改良第10巻第8号
- 7) 農林省農地局；昭和29年度テキスト，ポンプ排水と湖面干拓39~59頁
- 8) 農技研報告；F第2号，昭和27年3月
- 9) 土地改良事業計画設計基準；第2部第1篇第2章12頁
- 10) 農技研報告；F第9号，昭和31年2月

Summary

For the research of agricultural water utilized in paddy field districts surrounded by river embankments in an alluvial plain, it is necessary for us to throw lights upon the hydrological problems in these districts.

As the first step of this purpose, the author has carried out some hydrological surveys on the drainage of Niitsu districts (in Niigata Prefecture) to make clear the relation between the drainage and the rain-fall in these districts.

The main results are as follows ;

1) Combining the frequency distribution of actual head with the characteristic curve of a pump, the approximate formula of daily discharge is obtained, which is the fundamental quantity in these studies,

$$Q^* = 60 \sum_{i=1}^n \alpha_i^* \cdot (q_0)_i \cdot T_i$$

where

Q^* : approximate value of daily discharge (m^3/day)

α_i^* : modified coeff^t. of discharge of the i -th pump

$(q_0)_i$: standard discharge of the i -th pump (m^3/min)

T_i : driving times of the i -th pump (hour)

n : Total number of pumps

2) The following formulas are got to make clear the relation between the direct drainage (D^{mm}) and the rain-fall (R^{mm}) in the non-irrigation period, 1954.

case I . $R < 100mm$

$$D = 0.00456R^2 + 0.35R - 2.5$$

case II . $R < 70mm$

$$D = 0.6(R - 10)$$

case III . $70mm < R < 200mm$

$$D = 1.16(R - 32)$$

3) As above, next for mulas are obtained in the irrigation period.

Case A, the total water for irrigation is increasing ;

$$D = 0.28R$$

Case B, the total water for irrigation is decreasing ;

$$D = 0.5 + 0.42R - 0.75 \times 10^{-3} R^2$$

4) Considering available rain-fall in large paddy fields, its amount in the case of increasing drainage is different from that in the case of decreasing drainage. In both cases, the values obtained are less than those which have been generally used.

5) The daily change of base-drainage is closely related with the farming period in these paddy fields, and the curve of the change is expected to be an important chart for the studies on the agricultural water utilization in these fields.