

アンケート調査による水田用調整池の容量設計

広瀬 慎一

(短期大学部農業技術学科農業土木専攻)

1. はじめに

新潟県の国営苗場山麓開拓事業の下正面工区で圃場整備を行うにあたって、より自由度の高い灌漑を目指して、図1に示すような調整池灌漑システムを導入することとなった。

下正面工区は新潟県津南町の中央に位置する。信濃川の右支中津川と清津川に挟まれた河岸段丘上に展開し、EL.250~305m、地形勾配1/40~1/50である。表1に示すように、調整池灌漑システムを計画する受益地の農家数は334戸、計画受益面積は109.10ha、代かき用水量0.530m³/s、普通期最大用水量0.406m³/sである。計画に先立って、農業用水に関するアンケート調査を行い、現在の農業用水の使用動向、および調整池灌漑システムが実施され、各圃場に自動給水バルブが導入された場合の、バルブ使用方法について、各農家の意向を把握することにより、普通期最大用水量 q を何時間分貯めるべきかという貯留時間 T_{po} を求め、次式により調整池容量 V の算定を行うこととした。

$$V = 3,600 \times T_{po} \cdot q \quad (1)$$

V : 調整池容量 (m³)

T_{po} : 貯留時間 (h)

q : 普通期最大用水量 (m³/s)

2. 現在の水利状況

1993年11月に地元土地改良区を通じて、調整池灌漑システムの受益農家334戸(現況面積103.00ha)を対象に、図2に示す様式でアンケート調査を実施した。表2に示すように、回収できたのは184戸、回収面積は93.70haであった。回収率は55.1%と高くはないが、回収面積率は91.0%と、全体の傾向を類推するには充分高率であった。

(1)下正面工区の営農の現況

経営耕地面積を表3でみれば、1.0ha未満の農家数が89.1%(水田面積で54.6%)、3.0ha以上が3.8%となっている。また、表4で専業、兼業についてみれば、

表1 用水計画の諸元

受益面積 : A	109.1ha
しろかき用水量 : Q	0.530m ³ /s
普通期最大用水量 : q	0.406m ³ /s
普通期単位用水量 q/A	0.003721m ³ /s/ha

表2 アンケート回収状況 1993年 苗場山麓

項目	農家数		水田面積	
	(戸)	(%)	(ha)	(%)
受益農家	334	100.0	103.0	100.0
経営面積を回答した農家	184	55.1	93.7	91.0
うち現況取水時刻も回答した農家	174	52.1	86.8	84.3

表3 経営耕地面積の分布 1993年 苗場山麓

面積別 (ha)	農家数		水田面積	
	(戸)	(%)	(ha)	(%)
0~0.5未満	129	70.1	27.2	29.0
0.5~1.0	35	19.0	24.0	25.6
1.0~1.5	7	3.8	7.9	8.4
1.5~2.0	2	1.1	3.8	4.1
2.0~2.5	2	1.1	4.6	4.9
2.5~3.0	2	1.1	5.2	5.6
3.0以上	7	3.8	21.0	22.4
計	184	100.0	93.7	100.0

・回答農家数 184戸/334戸

・回答面積93.7ha/103.0ha

表4 専業、兼業の別 1993年 苗場山麓

専兼別	農家数		水田面積	
	(戸)	(%)	(ha)	(%)
専業	34	18.8	43.3	47.1
兼業	147	81.2	48.7	52.9
計	181	100.0	92.1	100.0

・回答農家数 181戸/334戸

・回答面積 92.1ha/103.0ha

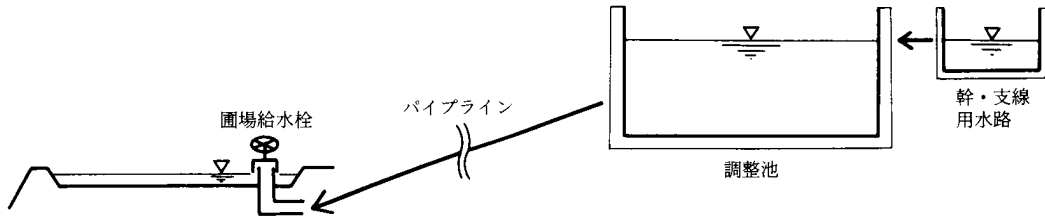


図1 調整池灌溉システムのフローチャート

下正面工区基盤整備推進協議会

本年度は冷害で戦後最悪の凶作でしたがいかがおすごでしょうか。
 さて、来年度より下正面工区が国営により圃場整備が行われると同時に用水路はパイプラインとなり、水口は自動給水栓になりますが、今回皆様の用水使用状況を調査いたしまして、来年度の用水計画の設計に反映していきたいと思っておりますので、調査にご協力をお願いいたします。

1. あなたの水田面積はいくらですか。 _____ ha。 あなたは 専業農家ですか。 兼業農家ですか。

2. 5月ごろの代かき、田植期を除いて、あなたの水田へ最も多量の用水を取水するのはいつごろですか。

6月					7月					8月					9月							
1日	5	10	15	20	25	1日	5	10	15	20	25	1日	5	10	15	25	1日	5	10	15	25	1日

3. そのとき、取水する日数は、どのようなサイクルですか。また、時間帯は何時から何時までですか。

毎日 1日おき 2日おき

0時	3	6	9	12	15	16	21	0	3	6	9	12	15	18	21	0
0時	3	6	9	12	15	16	21	0	3	6	9	12	15	18	21	0

4. 圃場整備で用水路をパイプラインにして、各水田に自動バルブを設置しますと、いろんな取水の方法が可能です。またいずれの場合も、バルブ開度の操作により吐出水量を加減しておけば、取水時間も調節できます。あなたは次のうちどれを選ぶと思いますか。

- 手動：従来通り、取水も取水を止めるのも手動で行う。
- 半自動：取水開始は従来通り手動で行う。田の水深の上限（例えば7 cm）を設定しておき、上限になれば自動的に取水が止まる。
 このとき何時頃から取水を始めますか。 _____ 時ころ。
 何時間くらいで取水を終えますか。（希望）

3時間	6	9	12	15	18

- 全自動：水田の水深の上限（例えば7 cm）と下限（例えば2 cm）を設定しておけば、下限になれば自動的に取水が始まり、上限になれば自動的に取水が止まる。

このとき何時間くらいで取水を終えますか
 （希望）

3時間	6	9	12	15	18

図2 下正面工区用水アンケート調査

専業農家数が18.8%（水田面積で47.1%）となっている。すなわち専業農家は多いが、経営面積の大きい農家と小さい農家に分化しているようである。

(2)下正面工区の水利用の現況

表5は、用水需要の大きな時期の取水日の頻度を調べたものだが、78.8%の農家が毎日取水を実施している。そのときの個々の農家の取水の時間帯を、灌漑面積で表したのが表6である。夕方の6時台から早朝の5時台の、夜間の12時間に集中していることがわかる。これを富山県の状況と比較する。1987年に富山県全域

の農家1,889戸を対象に、灌漑の時間帯を調べた結果を表7に示す。1,825戸から回答があり、回答率96.6%であった。この表は、時刻毎の灌漑している戸数を表しているが、平均経営面積を1haと仮定して、戸数をhaに読み換えれば、表6と同じように、時刻別灌漑面積の表とみなせる。朝の5時台から8時台にかけての4時間と、夕方の5時台から8時台にかけての4時間の、2度のピークが発生しており、朝のピークの方が夕方のものよりはるかに大きい。

富山県のこのような灌漑時間帯の集中化現象の原因としては、①兼業化が進み、昼間の勤務時間帯の水管理は困難であること、②灌漑水温が低いので、地温の低い夜間から早朝にかけて灌漑するのが望ましいこと、③圃場整備が進み、1区画30aの水田でも約2時間で水深20mmを補給できることなどがあげられる。

下正面工区の場合、標高がEL.250~305mと水田としてはかなり高く、したがって灌漑水温も富山県に比べさらに低いと考えられる。稲の栽培上は、昼間にこのような低水温の灌漑は避けなければならない。そこで、地温や大気温の低い夜間の灌漑作業となるが、圃場は昭和初期の耕地整備で一次整備済みではあるが、末端水路は土水路であり、各圃場が一斉に短時間に灌漑作業を終えることは、水利上困難である。そこで、夜間の灌漑作業はなるべく短時間で切り上げたいところではあるが、やむをえず表6に示されるように、夕方6時台から翌朝5時台までの長時間にわたっての灌漑作業になっていると考えられる。

表5 現況取水日の間隔

1993年 苗場山麓				
間隔	農家数		面積	
	(戸)	(%)	(ha)	(%)
毎日	146	86.4	65.8	78.8
1日おき	18	10.6	13.9	16.7
2日おき	5	3.0	3.8	4.5
計	169	100.0	83.5	100.0

- 回答農家数 169戸/334戸
- 回答面積 78.5ha/103.0ha

表6 現況時刻別灌漑面積

1993年 苗場山麓									
時刻 (h)	12	13	14	15	16	17	18	19	
灌漑面積 (ha)	2.9	2.4	1.7	2.5	3.0	11.2	61.0	65.9	

時刻 (h)	20	21	22	23	0	1	2	3
灌漑面積 (ha)	68.0	67.6	67.1	67.1	67.4	67.4	67.6	67.7

時刻 (h)	4	5	6	7	8	9	10	11
灌漑面積 (ha)	69.4	67.5	28.1	16.0	13.6	11.0	6.5	5.0

- 回答農家数 174戸/334戸
- 回答面積 86.8ha/103.0ha

表7 時刻別灌漑農家数

1987年 富山県全域									
時刻 (h)	12	13	14	15	16	17	18	19	
灌漑農家数(戸)	31	21	21	29	81	331	719	725	

時刻 (h)	20	21	22	23	0	1	2	3
灌漑農家数(戸)	405	215	113	85	69	74	74	85

時刻 (h)	4	5	6	7	8	9	10	11
灌漑農家数(戸)	185	943	1097	724	415	171	65	38

- 回答農家数 1825戸/1889戸

表8 圃場給水バルブ(自動)の使用計画

1993年 苗場山麓				
使用方法	農家数		面積	
	(戸)	(%)	(ha)	(%)
A: 手動	9	5.1	3.36	3.8
B: 半自動	57	32.4	32.63	36.9
C: 全自動	11	62.5	52.45	59.3
計	77	100.0	88.44	100.0

- 回答農家数 176戸/334戸
- 回答面積 88.44ha/103.00ha

表 9 - 1 現況時刻別水量原表

単位: l/s

No.	面積	流量	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	17	1.3							1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3						
2	35	2.6							2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6						
3	24	2.1							2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1						
4	23	1.7							1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7						
5	23	1.9							1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9						
6	15	1							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
7	27	2							2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2						
9	50	4.1							4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1						
10	190	17							17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17						
11	300	22.3							22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3						
12	38	3.1							3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1						
13	51	3.8							3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8						
14	7	0.4							0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4				
15	15	1.1							1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1						
16	2	0.1							0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1						
17	20	1.5							1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5						
19	34	2.2							2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2				
20	26	1.9							1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9						
21	15	1.1							1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1						
22	30	2.2							2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2						
23	19	1.4							1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4						
24	10	0.7							0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7						
25	10	0.9							0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9						
26	55	9.8							9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8				
27	80	17.9							17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9				
28	10	1.5							1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5			
29	11	0.7						0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7						
30	17	1.4							1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4						
31	4	0.3							0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3						
32	15	1.1							1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1						
33	7	0.5							0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5						
34	10	3							3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
35	80	23.8							23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8				
36	25	7.4							7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4						
37	12	0.8						0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8						
38	15	0.6	0.6					0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6				
39	250	18.6						18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6				
40	40	3						3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
41	300	22.3						22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3				
42	270	21.9						21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9	21.9				
43	85	6.3						6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3						
44	300	22.3						22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3				
45	300	22.3						22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3	22.3				
48	70	5.2						5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2						
49	14	1						1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
50	35	6.3						6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3					
51	20	1.5						1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5						
52	75	6.7						6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7						
53	38	8.5						8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5				
54	15	1.1						1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1						
55	90	10						10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10				
56	20	1.5						1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5						
57	20	8.9	8.9					8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9					
58	3	0.9						0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9						
59	20	1.6						1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6						
60	10	4.5						4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5						
61	50	3.7						3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7						
62	20	6						6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6						
63	45	13.4						13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4				
64	10	0.7						0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7						

表 9-3 現況時刻別取水水量原表

単位: l/s

No.	面積	流量	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
135	50	7.4													7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4						
136	40	3							3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
137	20	1.3						1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3					
138	15	0.9						0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9				
139	10	0.7						0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7				
140	10	0.7						0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7				
141	120	9						9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9				
142	83	6.2						6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2				
143	40	3						3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				
144	20	0.7	0.7	0.7	0.7	0	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
145	30	1.7						1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
146	30	13.4																								
147	70	5.2						5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
148	35	4.5				4.5	4.5	4.5																		
149	70	5.2						5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
150	100	29.8																								
151	12	1.5	1.5																							
152	47	3.2						3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
154	40	11.9																								
156	90	20.1																								
158	10	0.7						0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
159	77	9.8																								
160	90	13.4	13.4	13.4	13.4																					
161	85	6.3						6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
162	10	1.8	1.8																							
163	30	2.2						2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
164	10	0.7				0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
165	18	1.3						1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
166	30	2.2						2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
167	40	3						3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
168	50	7.4				7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
169	70	4.8						4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
171	50	3.7						3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
172	73	4.7						4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
173	28	1.9						1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
174	10	0.7						0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
175	20	1.5						1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
176	60	4.5						4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
177	20	1.5						1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
178	10	0.7						0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
179	20	3																								
180	33	2.5						2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
181	20	1.5						1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
182	10	3																								
183	45	10	10	10																						
184	30	2.2						2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
185	20	1.4						1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
186	30	2.2						2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
188	90	20.1																								
189	25	2.8																								
190	47	3.2						3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
192	5	0.4						0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
193	10	0.7						0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
194	15	1.1						1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
合計	8680	956.1	47.9	40.4	21.5	19.3	22.5	108.8	477	489.3	509.8	503.7	493.9	493.9	501.3	501.3	504.1	505.4	545.5	563.1	422.9	337.4	287.4	197	109.3	75.2

合計は表9-1、2、3の3つの表の合計である

3. 調整池容量の算定

今回、この下正面工区に調整池灌漑システムを導入し、圃場給水栓を用いたパイプライン灌漑を行うこととする。その際、圃場給水栓として、水田水位計と連動した自動バルブを設置した場合、各農家がそれを操作するにあたって、A：手動、B：半自動、C：全自動の三つの使用方法の中から選ぶこととなる。表8は、バルブ使用の方法の選択についての、各農家の意向を整理したものである。計画段階での考えと、実際の圃場での操作とは若干異なると思われるが、ここでは計画段階において実施したこのアンケート調査結果によって議論を進める。

計画調整池容量、すなわち調整池で貯留すべき水量は、自動バルブの操作方法によって大きく異なると思われる。したがって、各農家が選択するであろう三つの方法（A：手動、B：半自動、C：全自動）の各水田面積毎に、貯留すべき水量を求める。工区全体の用水計画の諸元は表1に示したが、この普通期単位用水量を、現況でも計画においても用いることとする。

(1) A：手動で使用する水田面積3.36 ha について

この場合、現況において行われている、水口の堰板を手で操作して取水するのと同じ取水パターンになると思われるので、現況についての取水時間帯の調査データより算定する。表1によれば、単位用水量は0.003721m³/s/haであるが、これは日減水深から換算した値である。すなわち24時間灌漑の場合の単位用水量である。したがってこの値をそのまま用いて、現況のような短時間灌漑の取水量を求めることはできない。そこで調査農家 No.1を例にとって、短時間灌漑の場合の取水量を次のように求める。No.1の水田面積は17a、取水時間は12hである。したがって、24時間灌漑ではなく、取水時間当たりの取水量は、

$$0.03721 \ell / s/a \times 17a \times 24h / 12h = 1.3 \ell / s$$

となる。このようにして、アンケート

に回答した194戸のうち、現況の取水時刻を回答した174戸、合計水田面積86.80haの各戸について、取水時間当たりの取水量(ℓ/s)を求めたのが表9である。表10で示すように、このようにして求めた、各時刻の工区合計取水量Nの、日平均値Mに対する比を求め、その比のうち1を越える部分の日合計を求めると7.1となる。よって、現況の貯留時間はT_{po}=7.1hである。今回の計画において、手動で使用すると答えた水田面積3.36haについては、貯留時間にこの値を用いて、次式によって調整池の容量Vを算定する。当該面積の普通期最大用水量qは、

$$q = 0.003721m^3/s/ha \times 3.36ha = 0.013m^3/s$$

だから、

$$V = 3,600 \times T_{po} \cdot q$$

表10 現況時刻別取水量

		面積 86.80ha							
時刻	h	12	13	14	15	16	17	18	
取水量：N	1/s	47.9	40.4	21.5	19.3	22.5	108.8	477	
比：N/M		0.15	0.13	0.07	0.06	0.07	0.34	1.42	

時刻	h	19	20	21	22	23	0	1	
取水量：N	1/s	489.3	509.8	503.7	493.9	493.9	501.3	501.3	
比：N/M		1.51	1.57	1.55	1.52	1.52	1.55	1.55	

時刻	h	2	3	4	5	6	7	8	
取水量：N	1/s	504.1	505.4	545.5	563.1	422.9	337.4	287.4	
比：N/M		1.56	1.56	1.68	1.74	1.31	1.04	0.89	

時刻	h	9	10	11	計	平均：M
取水量：N	1/s	197	109.3	75.2	7777.9	324.1
比：N/M		0.61	0.34	0.23	7.08	

・比の計は、各時の比のうち、1を越える部分の計である。

表11 圃場給水バルブ(自動)の半自動使用

		1993年 苗場山麓							
時刻 (h)		12	13	14	15	16	17	18	19
灌漑面積 (ha)		0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	2.8	16.5	23.2

時刻 (h)		20	21	22	23	0	1	2	3
灌漑面積 (ha)		22.1	17.1	17.1	17.1	13.0	6.6	6.6	2.8

時刻 (h)		4	5	6	7	8	9	10	11
灌漑面積 (ha)		3.2	2.7	9.5	8.2	9.0	1.4	1.4	0.4

・回答農家数 57戸/334戸

・回答面積 32.6ha/103.0ha

表12 計画時刻別取水水量(半自動使用)原表

単位: 1/s

No.	面積	流量	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	17	2.5							2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5												
3	24	3.6							3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6											
5	23	1.7							1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7						
14	7	1							1	1	1	1	1	1												
16	2	0.3							0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3												
24	10	3							3	3	3															
25	10	3							3	3	3															
26	55	16.4						16.4	16.4	16.4																
31	4	1.2							1.2	1.2		1.2														
32	15	1.5							1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5									
33	7	1							1	1	1	1	1	1												
36	25	7.4																				7.4	7.4	7.4		
38	15	1.1						1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1							
39	250	37.2							37.2	37.2	37.2	37.2	37.2	37.2	37.2											
41	300	89.2																				89.3	89.3	89.3		
42	270	40.2							40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2	40.2											
43	85	25.3							25.3	25.3	25.3															
51	20	3							3	3	3	3	3	3												
52	75	7.4							7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4									
53	38	11.3																		11.3	11.3	11.3				
54	15	2.2							2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2												
83	110	32.7																				32.7	32.7	32.7		
101	10	1.5																		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
103	10	3																		3	3	3				
104	75	11.2							11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2												
107	240	23.8							23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8	23.8									
117	30	2.2							2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2					
118	80	23.8																				23.8	23.8	23.8		
120	25	3.7							3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7												
121	12	1.8							1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8											
123	60	4.5						4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5						
124	27	2							2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
131	20	6																								
132	300	89.3							89.3	89.3	89.3															
134	10	3							3	3	3															
135	50	14.9																				14.9	14.9	14.9		
136	40	3							3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3						
138	15	2.2							2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2											
139	10	1.5							1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5												
140	10	1.5							1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5												
141	120	17.9							17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9												
143	40	6							6	6	6	6	6	6												
146	30	8.9																				8.9	8.9	8.9		
147	70	10.4							10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4											
150	100	29.8																				29.8	29.8	29.8		
152	47	4.7							4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7									
158	10	0.7							0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7						
160	90	26.8																								
162	10	1.5	1.5																			1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
164	10	3						3	3	3																
167	40	6							6	6	6	6	6	6												
168	50	14.9						14.9	14.9	14.9																
172	73	4.7						4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7					
177	20	6							6	6	6															
188	90	26.8																				26.8	26.8	26.8		
190	47	14							14	14	14															
194	15	4.5							4.5	4.5	4.5															
合計	3263	677.8	1.5	0	0	0	0	44.6	295.5	394.1	359.8	211.7	210.5	210.5	152.7	57.3	57.3	19.9	19.9	30.1	256.1	250.9	263.4	35.8	35.8	7.5

$$= 3,600 \times 7.1 \times 0.013 = 332\text{m}^3$$

となる。

(2) B：半自動で使用する水田面積 32.63ha について

これは、富山県において自動バルブを導入した調整池灌漑システムの受益地でも多くみられる使用法で、取水開始を手動で行い、その際設定した上限水位で取水が自動停止される。このとき、何時から取水を開始し、何時間で灌漑を終えるかについての意向を整理し、時刻別灌漑面積の変動をみたのが表11である。表6でみたような、現況の夜間12時間という取水パターンがくずれ、夜6時台から0時台の7時間、朝6時台から8時台の3時間の2カ所の時間帯に集中した取水パターンとなっている。

半自動で使用する と答えた各調査農家の水田について、取水時間当たりの取水量を求めたのが表12である。例えば、No.1の場合、計画では半自動で使用する意向であり、その取水時間は6hとしている。したがって取水時間当たりの取水量は、

$$0.03721 \ell / \text{s} / \text{a} \times 17\text{a} \times 24\text{h} / 6 \text{ h} \\ = 2.5 \ell / \text{s}$$

となる。表13で示すように、このようにして求めた、32.63haの各時刻の工

区合計取水量 $N \ell / \text{s}$ の、日平均値 $M \ell / \text{s}$ に対する比を求め、その比のうち1を超える部分の日合計を求めると11.4となる。したがって、貯留時間は $T_{po} = 11.4 \text{ h}$ である。当該面積の普通期最大用水量は、

$$0.003721 \text{m}^3 / \text{s} / \text{ha} \times 32.63\text{ha} = 0.121 \text{m}^3 / \text{s}$$

だから、この場合の調整池の容量は、

$$V = 3,600 \times 11.4 \times 0.121 = 4,966 \text{m}^3$$

となる。

(3) C：全自動で使用する52.45ha について

これは、予め設定された上限水位と下限水位の間で、取水開始と取水停止を自動的に繰り返すものである。

この場合は、個々の圃場における取水時間帯は、それぞれの減水深によって全く異なるので、52.45ha 全体についてみれば、結果的には、24時間取水とほぼ等しくなると推定される。したがって、調整池の必要性はない。

(4) 下正面工区の全体について

表13 計画時刻別取水量(半自動使用)

		面積 32.63ha							
時刻	h	12	13	14	15	16	17	18	
取水量：N	1/s	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	44.6	295.5	
比：N/M		0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	2.43	

時刻	h	19	20	21	22	23	0	1	
取水量：N	1/s	394.1	359.8	211.7	210.5	210.5	152.7	57.3	
比：N/M		3.24	2.96	1.74	1.73	1.73	1.26	0.47	

時刻	h	2	3	4	5	6	7	8	
取水量：N	1/s	57.3	19.9	19.9	30.1	256.1	250.9	263.4	
比：N/M		0.47	0.16	0.16	0.25	2.11	2.07	2.17	

時刻	h	9	10	11	計	平均：M
取水量：N	1/s	35.8	3.58	7.5	2914.9	121.5
比：N/M		0.29	0.29	0.06	11.44	

・比の計は、各時の比のうち、1を越える部分の計である。

表14 農家意向調査による調整池容量

使用方法	面積 (ha)	普通期最大用水量 (m ³ /s)	貯留時間 (h)	調整池容量 (m ³)
A：手動	3.36	0.013	7.1	332
B：半自動	32.63	0.121	11.4	4,966
C：全自動	52.45	0.195	0.0	0
アンケート合計	88.44	0.329	4.47	5,298
下正面区全体	109.10	0.406	4.47	6,533

以上のように、圃場給水栓(自動バルブ)の使用法 A, B, C 毎に、必要な調整池容量を求め、それらを合計すると、表14に示すように5,298m³となる。すなわち、使用方法のアンケートに答えた農家の水田88.44haに必要調整池の容量は5,298m³である。このときの貯留時間を逆算すれば、

$$T_{po} = V / (3,600 \times q) = 5,298 / (3,600 \times 0.329) \\ = 4.47\text{h}$$

となる。これより、調整池灌漑システム全体の計画受益面積109.10haに必要な調整池容量は、

$$V = 3,600 \times 4.47 \times 0.406 = 6,533 \text{m}^3$$

となる。

4. まとめ

新潟県の国営事業地区で、調整池灌漑システムを導入するにあたって、農業水利に関するアンケート調査

を実施して、以下のように水田調整池の容量を求めた。

- ①現況の取水パターンは、夕方の6時台から早朝の5時台の夜間12時間に集中している。
- ②水田用調整池の容量 V を求める式、

$$V = 3,600 \times T_{p0} \cdot q \text{ (m}^3\text{)}$$
 において、貯留時間 T_{p0} は 3～6 時間の間で決めればよいことがわかっている。
- ③設置が予定されている圃場給水栓 (自動バルブ) の使用方法 A: 手動、B: 半自動、C: 全自動毎に、アンケートに基づいて想定される取水パターンから、必要な調整池の容量を求めた。
- ④その結果から、当該地区の調整池容量に関する貯留時間は $T_{p0} = 4.47\text{h}$ 、必要な調整池容量は $6,533\text{m}^3$ となった。

最後に、アンケート調査の実施にあたり、山下幸一氏はじめ北陸農政局苗場開拓建設事務所の方々の協力を得た。資料整理は、江田大輔 (平成7年卒業、富山県砺波農地林務事務所)、田中輝昭 (平成8年卒業、婦中町) が行った。感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 森田清三・長谷川正助・広瀬慎一：水田用調整池について—富山県砺波平野における事例—，農土誌，46(4)，pp. 8～12 (1978)
- 2) 広瀬慎一・勝又隆治：砺波平野における水田用調整池について—調整池の構造と利用—，農土誌，55(11)，pp.29～34 (1987)
- 3) 広瀬慎一：農家意向調査による水田灌漑方式に関する評価—調整池とパイプラインによる水田灌漑システムの研究 (I)—農土論集，146，pp.109～119 (1990)
- 4) 広瀬慎一：圃場における水口取水方式の検討—調整池とパイプラインによる水田灌漑システムの研究 (II)—，農土論集，155，pp.19～25 (1991)
- 5) 広瀬慎一：砺波平野における調整池灌漑システムの実験と評価，農土誌，62(6)，pp. 7～12 (1994)
- 6) 広瀬慎一：調整池の水収支の特性—調整池とパイプラインによる水田灌漑システムの研究 (III)—，農土論集，175，pp.29～36 (1995)
- 7) 広瀬慎一：貯留時間による調整池容量の検討—調整池とパイプラインによる水田灌漑システムの研究 (IV)—，農土論集，175，pp.37～46 (1995)
- 8) 広瀬慎一：水田用調整池容量の算定法，農土論集，175，pp.109～118 (1995)
- 9) 広瀬慎一：調整池灌漑システムの調整池容量の算定，水と土，103，pp.86～93 (1995)
- 10) 広瀬慎一・山下幸一：農家意向調査による水田用調整池容量の算定，農土誌，投稿中
- 11) Shin-ichi HIROSE: Planning procedure for a paddy irrigation system consisting of a regulating pond and pipelines, 農土英文誌 JIERP, 投稿中
- 12) Shin-ichi HIROSE: The determination of the capacity of a regulating pond in a pond-regulated pipeline irrigation system, 農土英文誌 JIERP, 投稿中

The Determination of the Capacity of a Regulating Pond Based on the Data Obtained from a Questionnaire Survey

Shin-ichi HIROSE

Section of Agricultural Engineering, Department of Agricultural Technology, College of Technology

This study aims to determine the appropriate design capacity of the regulating pond for the pipeline irrigation system to be introduced to Shitashomen for the first time in Niigata. This pond-regulated pipeline irrigation system, which depends on the slope of a benefited area to function, is meant to close the temporal gaps between water supply and actual demand, thus enhancing efficiency and the degree of freedom in irrigation. In the Shitashomen system, automatic field inlet valves are to be adopted. These valves are to be handled in three different ways : manually, semi-automatically and automatically. In the present study, by processing the would-be users' responses to a questionnaire, I have obtained three possible patterns of demand fluctuation during a 24-hour period, each with regard to one of the three kinds of valve handling. By making use of these patterns, I have concluded that, as the value of T_{po} ¹⁾ for the Shitashomen system, we should adopt 4.47h and that the design capacity of the pond should be 6,533m³.

- 1) T_{po} represents 'per-day discharge excess over the discharge average calculated in terms of the discharge average multiplied by n hours,' which is simply expressed as ' n hours' for convenience of verbal economy. Thus the symbol T_{po} , an abbreviation for 'time of pond storage,' actually stands for a concept of volume, not of time.

Key words: capacity of regulating pond, regulating pond for paddy irrigation, pond-regulated pipeline system, field inlet valve, T_{po}