

新しい地区内水田還元水分析法の提案と適用

Proposal of new return flow analysis for paddy irrigation water and its application to site

吉田匡* ○丸山利輔* 高瀬恵次 能登史和*, 瀧本裕士

YOSHIDA Masashi, MARUYAMA Toshisuke, TAKASE Keiji, NOTO Fumikazu, TAKIMOTO Hiroshi

1. はじめに

水田灌漑の特徴の一つは、自然の中で人為的なエネルギーを使わずに、用水の反復利用を行っていることである。この課題は古くから新しい問題であるが、未だに十分な検討が行われているとはいえない。この報告は、幹線水路を用排兼用に使い、用水の反復利用を行っている水田地帯を念頭に、還元水をシステムチックに分析する方法を新たに提案し、七ヶ用水地区に適用した結果である。

なお、この様な考え方に基づき、試験地域における水田用水の反復利用については、本地区内の一部を対象にして、減水深以外は下流に流出して利用される機会を持つことをすでに明らかにしている(吉田ら, 2012)。この報告はこれに続くもので、七ヶ用水地区全域を対象とし、複雑な反復利用システムを組織的に解析し、この地域の用水利用の特徴を明らかにしたものである。

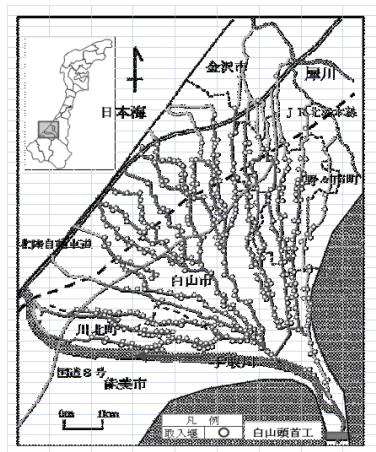


Fig.1 七ヶ用水地区の平面と取水・受水堰の分布

Map of Irrigation District and weir site

2. 用水反復利用分析の方法

幹線水路から取水された用水は、幹線水路を通じて灌漑ブロックに配水される。この用水は減水深だけ消失してこのブロックから還元される。この末端用水路と末端排水路との結合は全く独立に行われている。そこで、水路番号、堰の番号等の付け方を工夫し、昇順方式というべき新しい還元水分析法を考案している。

この方式は、灌漑系には幹線水路、取水堰、灌漑ブロックに番号をつけ、灌漑ブロックの面積を入れる。一方、灌漑ブロックに対応した排水系には排水幹線、受水堰の順に整理し、灌漑ブロックと同じ排水ブロックを設定する。この排水ブロックからの還元水を求めた後、排水系を昇順に並び変え、最初に設定した用水系と同じ順序とする。その上で、幹線上流端の取水量から各堰での灌漑水量を差し引き、各堰での還元量を加えて、幹線水路ごとの反復利用状況を計算する。この方法によれば、どんなに複雑な用排水組織を持つ水田であっても、具体的に用水の反復利用の計算が行える。

Table1 還元水算定のための基礎資料

Basic data for return flow calculation

番号	幹線 用排水 路番号	堰の 数	ブ ロ ッ ク 数	幹 線 取 水 量 ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	灌 漑 面 積 (アール)
A	B	C	D	E	F
1	0	3	34	0.785	1756
2	2	13	29	0.773	1728
3	11	33	50	1.121	2508
4	12	34	66	1.276	2854
5	13	20	51	1.396	3124
6	21	21	61	1.478	3306
7	22	35	95	1.848	4136
8	23	11	33	0.966	2161
9	24	4	13	0.581	1301
10	31	9	26	1.000	2238
11	32	18	45	0.776	1736
12	33	14	18	0.291	650
13	34	15	42	1.214	2716
14	35	20	39	0.802	1795
15	41	12	26	0.925	2069
16	42	17	44	0.848	1897
17	43	17	44	1.280	2864
18	44	14	26	0.647	1448
19	45	13	25	0.578	1294
20	46	13	50	0.799	1788
21	48	11	29	0.951	2127
22	51	30	73	2.308	5163
23	52	4	12	0.301	673
24	53	7	25	0.825	1847
25	61	26	67	2.867	6414
26	71	15	21	0.446	999
27	72	16	26	0.845	1889
28	73	19	30	1.146	2565
29	81	日本海に流出			
30	91	受益面積なし			
合計				464	1100
平均				1.038	2323

*石川県立大学 Ishikawa Prefectural University

キーワード：手取川扇状地、還元水、反復利用、水田灌漑

Table 2 に上流端で普通期の水利権水量を与えた場合の2号過線水路の流況を例示した。この水路には、13の堰が設置され、各堰から堰掛りの水田面積におおじた水量が取水され、2号幹線および他の水路からの還元水を受けてこの幹線水路の水量が変動している。28の幹線水路全体についてこのような計算を行い、Table 3 に結果を示した。

3. 分析結果

以上の方法を手取川扇状地、七ヶ用水地区に適用した結果、普通期の水利権水量 $29.07\text{m}^3 \cdot \text{sec}^{-1}$ の場合、地域全体の反復利用の割合は、灌漑水量の54%、このうち反復可能水量は33%、残りの21%は最下流の堰より下流に流出、あるいは直接日本海に流出して、反復利用が不可能なことが分かった。

この状況は、幹線水路によって大きな差があり、全く反復水が期待できない水路から、反復水量が灌漑水量よりも大きいものまで見られた。一般に山麓部の幹線水路では還元水量が期待できないのに対し、下流部の周囲より低地の水田では100%以上の還元水が期待できることが推定された。この結果はより合理的な用水管理に活用できる。

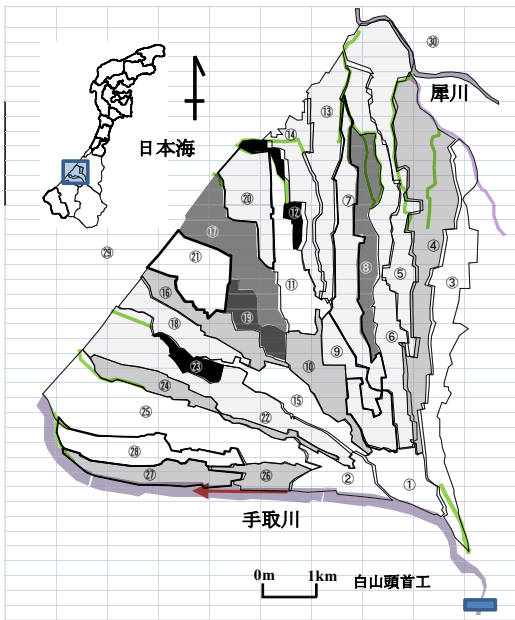


Fig.2 幹線水路別地区内還元状況
Return flow ratio of each main canal beneficial area

Table2 2号幹線水路の水路流量の計算例

Example of canal discharge for No.2 main canal

堰番号	水路流量 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	灌漑水量 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	還元水量 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
1	0.506	0.266	0.000
2	0.488	0.018	0.000
3	0.459	0.029	0.000
4	0.409	0.059	0.007
5	0.345	0.069	0.007
6	0.292	0.054	0.000
7	0.280	0.011	0.000
8	0.222	0.059	0.000
9	0.069	0.152	0.000
10	0.062	0.008	0.000
11	0.123	0.023	0.100
12	0.116	0.007	0.000
13	0.099	0.017	0.000
合計		0.773	0.114

取水量 $773\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 、灌漑面積 172.8ha

Table3 全域の還元水の分析結果

Result of return flow analysis for whole area

幹線 水路 番号	幹線水路 の取水量	還元量 ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)				還元率		
		全域	地区内	地区外	全域	地区内	地区外	地区外
A	B	C	D	B/A	C/A	D/A		
1	0.785	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.773	0.099	0.099	0.000	0.13	0.13	0.00	0.00
3	1.121	0.000	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00
4	1.276	0.627	0.514	0.113	0.49	0.40	0.09	0.09
5	1.396	0.934	0.493	0.441	0.67	0.35	0.32	0.32
6	1.478	0.408	0.408	0.000	0.28	0.28	0.00	0.00
7	1.848	0.841	0.534	0.307	0.46	0.29	0.17	0.17
8	0.966	0.814	0.700	0.114	0.84	0.72	0.12	0.12
9	0.581	0.150	0.134	0.016	0.26	0.23	0.03	0.03
10	1.000	0.538	0.538	0.000	0.54	0.54	0.00	0.00
11	0.776	0.670	0.122	0.548	0.86	0.16	0.71	0.71
12	0.291	0.310	0.310	0.000	1.07	1.07	0.00	0.00
13	1.214	1.318	0.455	0.863	1.09	0.37	0.71	0.71
14	0.802	0.446	0.226	0.220	0.56	0.28	0.27	0.27
15	0.925	0.156	0.156	0.000	0.17	0.17	0.00	0.00
16	0.848	0.533	0.382	0.151	0.63	0.45	0.18	0.18
17	1.280	0.823	0.796	0.027	0.64	0.62	0.02	0.02
18	0.647	0.383	0.198	0.185	0.59	0.31	0.29	0.29
19	0.578	0.750	0.539	0.211	1.30	0.93	0.37	0.37
20	0.799	0.225	0.078	0.146	0.28	0.10	0.18	0.18
21	0.951	0.185	0.146	0.039	0.19	0.15	0.04	0.04
22	2.308	1.113	0.911	0.201	0.48	0.39	0.09	0.09
23	0.301	0.346	0.346	0.000	1.15	1.15	0.00	0.00
24	0.825	1.641	0.417	1.224	1.99	0.51	1.48	1.48
25	2.867	0.425	0.425	0.000	0.15	0.15	0.00	0.00
26	0.446	0.195	0.195	0.000	0.44	0.44	0.00	0.00
27	0.845	0.953	0.345	0.608	1.13	0.41	0.72	0.72
28	1.146	0.697	0.149	0.548	0.61	0.13	0.48	0.48
29		0.901	0.000	0.901				
30		0.626	0.000	0.626				
合計	29.073	15.600	9.616	5.962	0.54	0.33	0.21	0.21