

五行川上流域における農業用水が河川流量の変化に果たす役割の分析

An Analysis of Paddy Irrigation's Contribution to Stabilized Discharge in the Upper Reaches of Gogyo-River Basin

○ 田中邦彦* 森田孝治** 今泉眞之*** 佐藤政良****

TANAKA Kunihiro , MORITA Koji , IMAIZUMI Masayuki , SATOH Masayoshi

1. はじめに：農業用水は用排水路を通して流域内に面的に広く供給され、流域水循環の形成に大きな役割を果たしている。昨今は水田面積減少に応じて水利権量を一律的に減じることが求められることが多いが、農業用水が流域水循環に果たす役割等を適切に評価し、これを維持していく視点も必要である。本研究では、栃木県さくら市および高根沢町にまたがる五行川上流域を対象として、既往の観測資料の分析を通して、農業用水が流域水循環に果たす役割を評価した。

2. 対象流域の特徴：五行川上流域はかつての鬼怒川の流路であり、砂礫を主体とした扇状地である。流域内には五行川を始めとする小河川や排水路が存在する。土地利用は水田が大半を占め、本流域の上流部は国営鬼怒川中部農業水利事業で整備された用水路からの農業用水を、その他の地区は小河川に設けられた井堰や地下水を利用している。

3. 検討の方法：図 1 に示した 3 箇所の井戸(浅層地下水)の観測データ(1994 年～2005 年：日単位)と降雨の記録を整理し、降雨の影響のない 10 日以上連続干天期間の地下水位の変化を分析した。

4. 結果と考察：図 2 に氏家観測井戸における対象期間中の全連続干天期間の地下水位を重ねて示す。

(1)かんがい期:かんがい期の地下水位は、代掻きにより上昇し、その後はほぼ一定値で推移する。一般的な水収支式において、この期間は地区内貯留量の変化 $\Delta S = 0$ とみなすことができる。また、かんがい期の平均水位と非かんがい期の最低水位とを年毎に整理すると(図 3)、渇水年・豊水年に関わらずほぼ一定値となっている。つまり、五行川上流域では多少の渇水年であっても農業用水により地下水が涵養され、かんがい期間中保持され

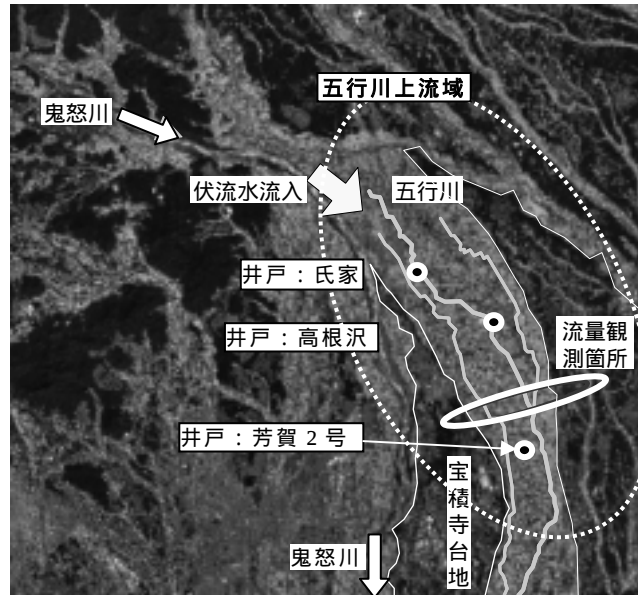


図 1 五行川上流域位置図

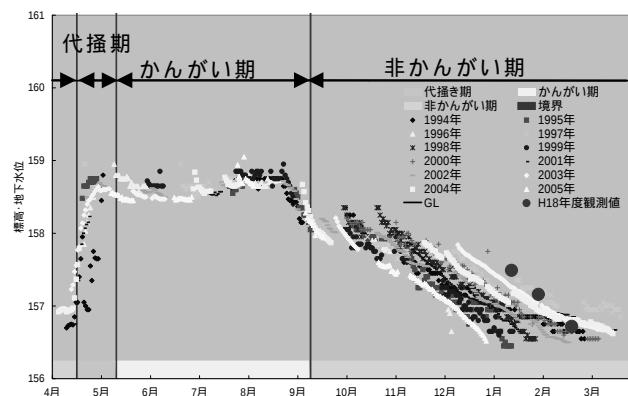


図 2 連続干天期間の地下水位(氏家)

* (財)日本水士総合研究所(The Japanese Institute of Irrigation & Drainage)、** サンスイコンサルタント(株)(SANSUI Consultant INC.)、*** (独)農村工学研究所(National Institute for Rural Engineering)、**** 筑波大学(University of Tsukuba) キーワード：農業用水、流域水循環、地下水

ていることを示している。

(2)かんがい期終了後：図 2 より、かんがい期終了後の地下水位は時間をかけて低下していることが分かる。この低下分は周辺河川への浸出や下流域へ地下水として流動する。非かんがい期における五行川上流域の河川流況は、冬水や工業排水等の地表水流入がほとんど無いにも関わらず、下流に進むに従い明らかに流量が増加しており、地下水により涵養されていることが分かる。そこで、地下水位の低下分が全て流域内の河川等に浸出すると仮定し、地下水位の低下割合を直線近似し、容気率を乗じ

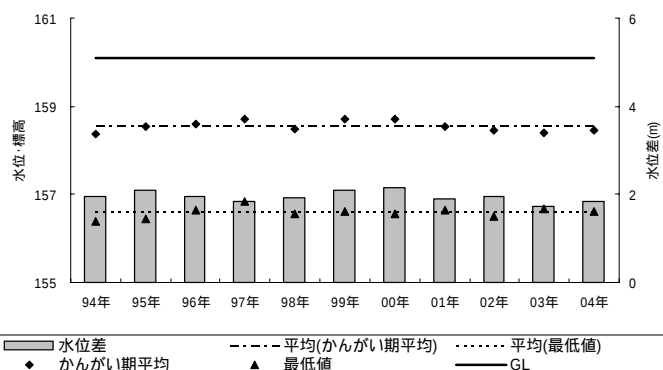


図 3 かんがい期平均地下水位と年間最低値の比較

表 1 地下水低下量から推定した還元水量

時 期	場 所	低下割合 (m/日)	容気率 (%)	比流量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)	支配面積 (km^2)	流量 (m^3/s)
非かんがい 期初期	氏家	0.035	18	0.073	8.0	0.58
	高根沢	0.036	18	0.075	2.2	0.17
	合計					0.75
非かんがい 期後半	氏家	0.012	18	0.025	8.0	0.20
	高根沢	0.003	18	0.006	2.2	0.01
	合計					0.21

ることで流量換算した。なお、容気率は過去の検討値を採用し、一律 0.18 とした¹⁾。その結果、五行川掛りの還元水量は表 1 のように算定された。この妥当性を検証するために、平成 19 年 2 月末に表 1 の設定範囲(図 1 に示す「流量観測箇所」より上流側)における還元量を流量観測より求めたところ $0.64\text{m}^3/\text{s}$ であり、表 1 の推定値 $0.21\text{m}^3/\text{s}$ に対して約 3 倍の乖離があった。この原因について検討した。

流域設定：五行川周辺の小河川等の配置から、極端な設定上の不良は考えにくい。

容気率の設定：場所・季節による容気率の変動が考えられる。しかし、これを砂礫土の間隙率の一般値 0.3 に置き換えても $0.34\text{m}^3/\text{s}$ であり、この乖離は説明できない。

鬼怒川からの伏流水の影響：過去の研究で、鬼怒川から地下水を通して五行川上流域への水供給が約 $3.0\text{m}^3/\text{s}$ であると推定されている²⁾。図 1 に示す「流量観測箇所」付近が宝積寺台地により鬼怒川流域と分離された直下流であることも踏まえ、鬼怒川からの伏流水が概ね同位置周辺の河川群に還元していると仮定し、主要河川の全還元水量を観測により求めた。その結果、推定値に近い $2.7\text{m}^3/\text{s}$ であった(五行川直接掛りの還元量は前述の $0.64\text{m}^3/\text{s}$)。つまり、鬼怒川からの伏流水が上記乖離に大きく影響していることが明らかになった。

5. おわりに：このように、五行川上流域ではかんがい期には農業用水により地下水が安定的に涵養され、非かんがい期には一部鬼怒川からの伏流水も含まれるが、地下水に蓄積された農業用水が時間遅れを持って河川に還元し、河川流況安定化に貢献していることが明らかになった。今回明らかにしたような現象は、ある程度の勾配があり地下水と河川水が連続している扇状地のような条件であれば、他流域でも同様の傾向を見ることが可能と考える。今後、このような事例検証を各地で蓄積し、水循環系と農業用水が果たす役割を整理し、対外的にも PR できるように整理していくことが望まれる。

< 参考文献 >

1. 金子良、丸山利輔(1967)：鬼怒川流域における農業用水の反復利用,農業土木試験場報告 No.5
2. 金子良(1963)：農業水文学,共立出版