

傾斜地水田群における地下水文環境評価

Evaluation of Groundwater Properties in Terraced Paddy Fields

○大西健夫*, 中村公人*, 堀野治彦**, 三野 徹*

Onishi Takeo, Nakamura Kimihito, Horino Haruhiko, Mitsuno Toru

1.はじめに 傾斜地水田群の耕作放棄に伴う水文環境の変化に関しては、いくつかの研究事例がある。しかし、水田が持つ多面的機能評価という点からは、耕作されている傾斜地水田群が形成する水文環境の評価が必要であると考えられるが、実測にもとづき評価した事例は皆無である。本研究では特に地下水文環境に注目し、地下水流動解析を行い、傾斜地水田群に特有な法面が地下水流動特性へ与える影響という観点から考察した。

2.調査地概要 調査地は、京都市左京区静原地区に位置する総面積 6800m²、傾斜約 1/20 の傾斜地水田群である。圃場間の高低差は約 2m であり、圃場法面の下部には排水を促すために耕作者が掘削した溝がある。測定項目および測定地点を Fig.1 に示す。対象地における地下水位変動で特徴的なのは、法面上部において 2m 程度の変動幅で地下水位が著しく変動するのに対して、法面下部においては地表面近くでほとんど変動しないという点である。ボーリング調査等の地質調査にもとづき、水田造成という人為的な作用を強く受けていると考えられる層（層厚は地表面から 1～4m 程度で実測による飽和透水係数が $10^{-4} \sim 10^{-6} \text{cm/s}$ ）と、その下の比較的透水性の高い透水層（層厚 1～3m 程度で実測による飽和透水係数が $10^{-3} \sim 10^{-5} \text{cm/s}$ ）からなる 2 層構造内で循環的な地下水流動が生じているとした。

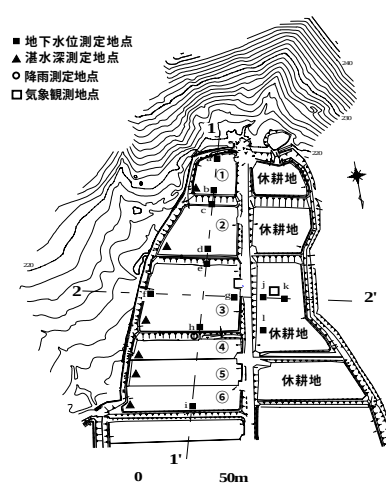


Fig.1 調査地の概要
Description of the study site

3.不飽和-飽和浸透流解析 Fig.1 に示す測線 1-1' の縦断面（横断面幅 1m）を解析領域とし、測線上の地下水位変動を非定常不飽和-飽和浸透流解析で再現した。解法は 6 面体のアイソパラメトリック要素を用いた 3 次元の有限要素法を基本とし、西垣ら（1990）が作成したオープンソースプログラム UNSAF3D に植物の蒸散過程を組み込んだ。解析期間は、1999/5/28～2002/3/31 で、2000/1/1～2000/12/31 の 1 年間でパラメータ同定を行い、その他の期間で同定パラメータの妥当性を確かめた。なお計算時間単位は 1 日である。Fig.2 には、同定パラメータを用いた検証期間における計算地下水位と実測地下水位を比較した例を示す。観測井 d 以外は概

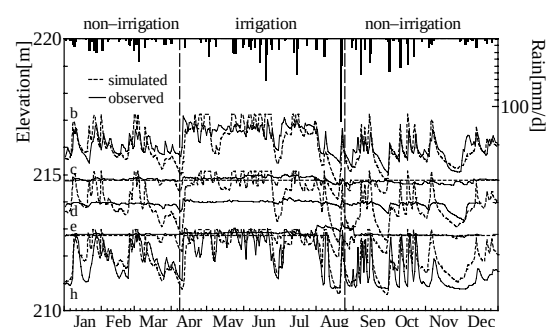


Fig.2 計算水位と実測水位の比較 (2001)
Comparison of simulated and measured groundwater level(2001)

*京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

**大阪府立大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agriculture and Biological Sciences, Osaka Prefecture University

Keywords: 傾斜地水田群, 法面, 浸出水

ね良い再現性が得られており、全体として妥当なモデル化がなされたと考えられる。

4.灌漑期における田面浸透特性

解析結果を用いて灌漑期における田面からの浸透量を算定した。この結果は、湛水深と地表水の水収支から別途算定した浸透量とも比較的良好な一致を示すものである。対象地の飽和透水係数が低いために浸透量の平均値は1~2mm/dと低い。しかし、1圃場中での空間的・時間的な変動を示したFig.3から明らかに、法面に近くなるほど浸透量の平均値およびその変動幅ともに大きくなる傾向を示すことがわかる。これは法面近傍で形成される大きなポテンシャル勾配に起因すると考えられる。

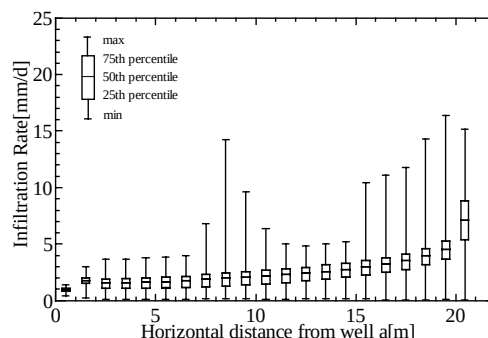


Fig.3 灌漑期浸透量の空間的分布 (2000)
Spatial distribution of infiltration rate in irrigation period(lot1:2000)

5.地下水流動方向の特性

非定常解析であるため、等ポテンシャル線は日単位で変化するが、特に解析期間中において卓越して見られた流線網のパターンをFig.4に示す。田面から浸透した水が法面下部からの浸出水として流出する方向へ流動していく傾向にあることがわかる。法面下部の溝がこのような流動方向を形成するのに重要な役割を果たしていると考えられる。ただし、対象地の飽和透水係数がそれほど高くないために、田面からの浸透水が法面下部から流出するには時間を要するものと推定される。

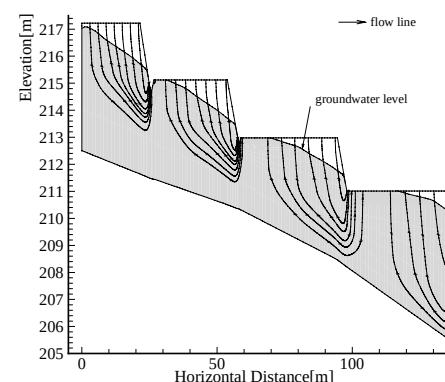


Fig.4 典型的な流線網 (2000.12.29)
Typical pattern of flow lines(Dec.29,2000)

6.水収支成分の特性

解析領域における水収支成分を算定することによって、定量的に地下水流動量を評価した。算定した水収支成分を灌漑期と非灌漑期に分けて整理したものがTable1である。地下水流入量、流出量が全体の水収支に占める割合は低く、地表面（主として田面）からの浸透水と同程度の水量がイネおよび法面雑草による蒸発散と法面下部からの浸出水によって失われる。流線網の特徴と合わせて考えると、主として圃場から浸透する水の大部分が大局的な地下水流動に組み込まれず、蒸発散と法面下部からの浸出水になることになる。すなわち対象傾斜地水田群では田面からの深部浸透は大きな地下水涵養量とはなっていない。帯水層が浅く、その透水性が低いことに加えて、法面が形成する階段状の地形形状が、このような特性を生み出していると考えられる。

Table1 解析領域における水収支
Water budget in the analyzed domain

period	inflow(m ³)		outflow(m ³)		
	rain+ponding(m ³)	groundwater(m ³)	ET(m ³)	seepage(m ³)	groundwater(m ³)
irrigation(1999)	28.1	0.6	-27.9	-3.9	-0.8
non-irrigation(1999)	64.8	4.6	-52.3	-9.5	-0.7
irrigation(2000)	27.8	0.5	-32.4	-8.3	-1.1
non-irrigation(2000)	77.8	4.1	-44.4	-12.6	-0.6
irrigation(2001)	26.5	0.6	-31.7	-8.6	-0.7
non-irrigation(2001)	46.5	5.1	-46.5	-10.2	0.2
total	271.5	15.5	-235.2	-53.2	-3.6

7.おわりに

以上で考察してきた地下水文環境の特性は、すべての傾斜地水田に普遍的な特性とは言えない。しかしながら、透水性が低く湿田的な水田において高低差のある法面をもつような傾斜地水田においては、少なくとも類似した特性が見られるものと推定される。

引用文献：西垣誠，白石知成，猪瀬二郎，河村志朗(1990)：地下鉄建設による多層地盤での複数地下水位変動の3次元浸透解析による予測，地下水学会誌,第32巻(4)，p.231-240