

休耕田を利用した地下水涵養における流動状況と水質特性

富山県立大学 畑由紀 (正会員)奥川光治 吉岡翔時 安田郁子

1.はじめに

近年,富山県では都市化の進展や水田の減少に伴い地下水涵養量が減少するとともに,冬期における消雪用水の利用により,市街地を中心に,一時的に大幅な地下水位の低下が見られる.また,工場の新規立地に伴う地下水利用の増加もあるため,休耕田を利用した地下水涵養が注目されている.本研究の目的は,砺波市で実施している休耕田を利用した地下水涵養において,流入水や休耕田湛水,地下水中の栄養塩類と無機塩類などの水質変化を調査し,水質形成機構を明らかにすること,ならびに地下水の水質への影響を検討することである.本稿では,主に地下水の流動状況と水質特性について明らかにする.

2.方法

涵養実験は2005年より休耕中の砺波市柳瀬の庄川左岸沿いの水田(図1参照)で実施した.5枚続きの田越し灌漑水田であり,総面積は4430m²である.このうち上流から2枚目の水田で,地下浸透量の計測を行なうとともに流入水(農業用水),休耕田湛水および地下水(観測孔),さらに庄川河川水を採取し,水質を分析した.庄川河川水は休耕田から約500m上流の太田橋下流側と約5km上流の雄神橋上流側とで採水した.地下水は地下6m付近から揚水し,採水初期の水を捨てた後,採取した.また,2008年5月から民家の地下水を2ヶ所採取した.以下,これらを地下水A,地下水Bとする.地下水Aは地下水観測孔から北西の方角に600m下流側にあり,地下10m(第一帯水層)から揚水している.また,地下水Bは地下水観測孔から北北西の方角に1300m下流側にあり,地下40m(第二帯水層)から揚水している.以上の採水・水質分析は原則として月一回実施した.一方,2008年度には富山県立大学敷地内にて降水を4回採取し,分析を行なった.

3.結果および考察

3.1 地下水の流動状況について

図2に示すように,休耕田の水温が4月から夏期にかけて他より高いのに対し,地下水水温は庄川河川水と同様の变化が見られた.また,図3から分かるようにCl⁻濃度が流入水 < 休耕田 < 地下水であり,さらに,地



図1.庄川扇状地位置図(国土地理院1/25,000地形図参照)

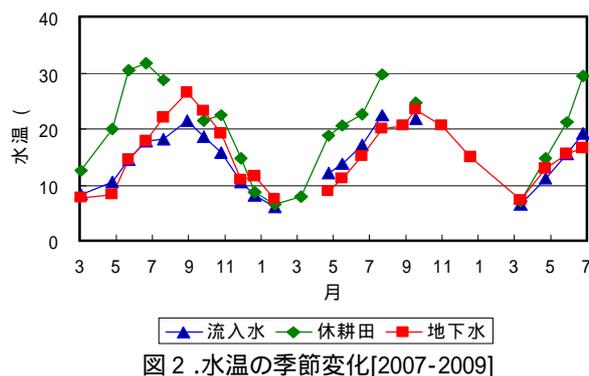


図2.水温の季節変化[2007-2009]

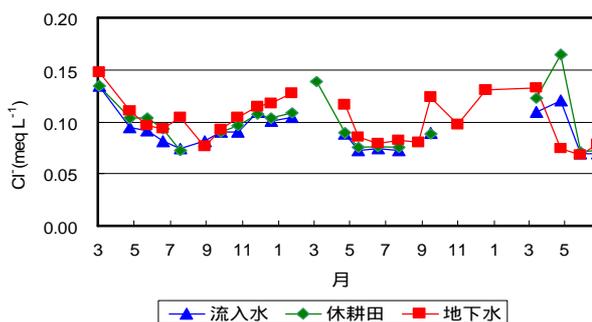


図3.Cl⁻の季節変化[2007-2009]

下水 < 太田橋となる傾向が見られたことからすると,休耕田地下水は基本的に庄川伏流水であり,その影響が現れていると考えられる.

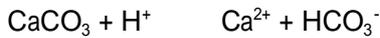
図4,5に見られるように,地下水中のK⁺濃度とSiO₂濃度は夏期に施肥の影響が認められた.表1は本研究で測定した降水水質である.この表からわかるように降水中にはSiO₂は含まれておらず,地下水中のSiO₂濃

度が冬期に低下するのは灌漑水による涵養が無くなり、降水が表層土壌を浸透し地下水に影響するためと思われる。さらに、どの地点においても Cl⁻ 濃度は降水の影響を受け夏期に低く、冬期に高い季節変化を示した。

以上のことから、地下水は基本的に庄川河川水の伏流水であり、その表層に周辺の水田や休耕田からの浸透水を受けていること、地下水の起源が庄川、周辺の水田、休耕田のいずれであろうと地下水観測孔までかなり早く浸透していることが分かった。

3.2 HCO₃⁻ と Ca²⁺・Mg²⁺ の相関について

HCO₃⁻ および Ca²⁺ は、どの地点においてもそれぞれ陰イオン、陽イオンの6割～7割を占める主要イオンであり、両者の濃度変化はどの地点も類似していた。これは次の化学平衡式に示すように、Ca²⁺ 濃度と HCO₃⁻ 濃度が pH に規定されているためと思われる。



また、HCO₃⁻ 濃度と Mg²⁺ 濃度についても同様の傾向が見られた。そこで、Ca²⁺ と Mg²⁺ の合計と HCO₃⁻ の相関関係を評価してみると、弱い正の相関が認められた(図6参照)。このことから、これらのイオンは地質の影響を受けているものと思われる。

3.3 休耕田地下水と周辺地下水との比較

地下水水質が流下方向ならびに帯水層の違いや水深により、どのように変化しているかを比較するために、休耕田地下水と、地下水 A および地下水 B を比較する。地下水 B は庄川伏流水を起源として長期間滞留した地下水であるため、どの水質項目においても変化が小さく安定していた。一方、休耕田地下水は変化が大きく、地下水 A でも変化が認められた。これは、周辺からの浸透水の影響と思われる。

4. まとめ

得られた結論を要約すると、(1)休耕田地下水は基本的に庄川河川水の伏流水であり、その表層に周辺の水田や休耕田からの浸透水を受けていること、地下水の起源が庄川、周辺の水田、休耕田のいずれであろうと地下水観測孔までかなり早く浸透していることが分かった。(2)HCO₃⁻ と Ca²⁺・Mg²⁺ との間には弱い正の相関が認められ、これらは地質の影響を受けていると思われる。(3) 第二帯水層の地下水 B は、どの水質も変化が小さく安定していたのに対し、休耕田地下水と地下水 A は、周辺の表層土壌からの浸透水の影響のため変化が認められた。

表1. 富山県立大学内にて採取した降水水質データ

	2008/4/18	2008/7/18	2008/10/23	2009/1/19
降水量 (mm)	17.2	35.6	32.2	-
採取時間	25.7	17.7	22	-
pH(比色法)	4.9	4.8	4.8	-
電気伝導率(mS/m)	1.36	0.533	1.09	-
SiO ₂ (meq/L)	0	0	0	0
Cl ⁻ (meq/L)	0.0158	0.0058	0.0102	0.3776
NO ₃ ⁻ (meq/L)	0.0237	0.0066	0.007	0.1775
SO ₄ ²⁻ (meq/L)	0.0476	0.0207	0.024	0.2426
HCO ₃ ⁻ (meq/L)	0	0	0	-
Na ⁺ (meq/L)	0.0162	0.0011	0.0053	0.3163
K ⁺ (meq/L)	0.0024	0.0015	0.0015	0.0258
Mg ²⁺ (meq/L)	0.001	0.0008	0.0023	0.083
Ca ²⁺ (meq/L)	0.0288	0.0108	0.0133	0.1387
NH ₄ ⁺ (meq/L)	0.0314	0.0083	0.0062	0.1652

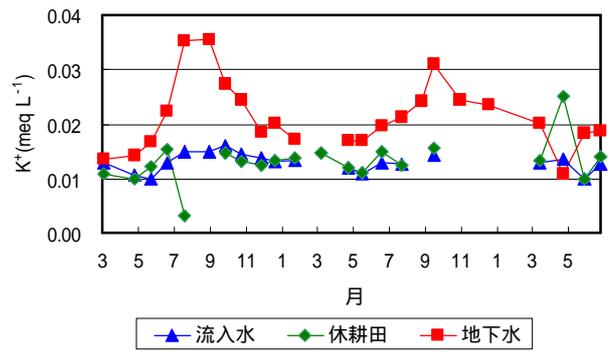


図4. K⁺の季節変化[2007-2009]

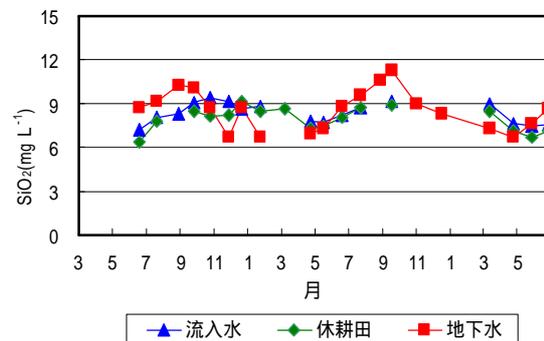


図5. SiO₂の季節変化[2007-2009]

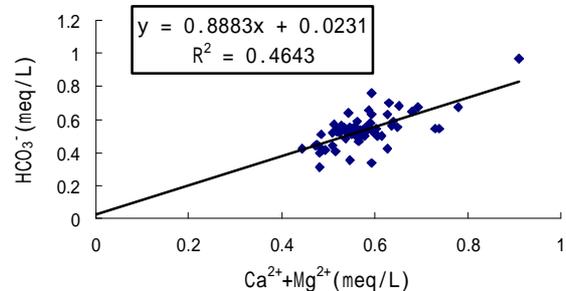


図6. HCO₃⁻ と Ca²⁺・Mg²⁺ との相関

最後に、休耕田を利用した地下水涵養は耕作中の水田と比較して、大きな浸透量が期待でき、地下水水質への大きな影響は認められないことから、優れた地下水涵養手法と言える。