

熊本・白川中流域における湛水事業による土壌中の残留硝酸性窒素の 地下への浸透について

野口 翔平* 市川 勉**

On infiltration to Downward of Remaining Nitrate Nitrogen in Soil by Keeping Water in No —Paddy Field in the Middle Sira—River Area, KUMAMOTO

by

Shohei NOGUCHI Tsutomu ICHIKAWA

(Received: October 2010, Accepted: February 2011)

Abstract

The drinking water is supplied by groundwater in the Kumamoto area with about 1 million populations. However, recently, recharge rate in the recharging area is decreasing, because paddy field change to urban area and farmers don't make rice in paddy field. Then, KUMAMOTO-city keeps irrigation water to no-use paddy field from 2004. The groundwater contamination by nitrate nitrogen is concerned in the water keeping in paddy fields, because sprinkled fertilizer, before water keeping in the field, is remaining in the farm soil and nitrate nitrogen infiltrate to downward by infiltration of keeping water. In this paper, the authors collect soils before and after water keeping in the no-paddy field, and observe the concentrations of nitrate nitrogen of sample. And we consider the influence to groundwater pollution by infiltrated water.

1. はじめに

熊本市は人口約 73 万人の上水道用水、工業用水を全て地下水で賄っており、熊本市を中心とした熊本地域¹⁾ (11 市町村、人口約 100 万人、面積約 1048k m²) においても、生活用水のほとんどを地下水で賄っている²⁾。

熊本地域の地下水の源は、白川中流域の林地、畑地、水田などの涵養地を中心とする地域への降雨、水田の湛水による涵養である。しかし近年、都市化など土地利用の変化、減反による水田の減少に伴い、図 - 1 に示すように涵養量も減少している³⁾。

* 東海大学大学院修士課程社会開発工学専攻院生

** 東海大学産業工学部環境保全学科教授

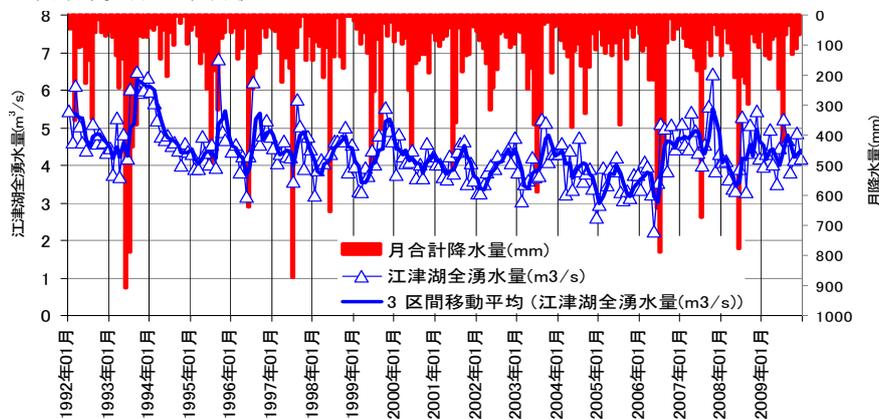


図-1 江津湖における湧水量の変化

そこで熊本市は 2004 年から、白川中流域の減反・転作田において作付け前後に水張りを行う湛水事業を実施している⁴⁾。湛水の効果には、ミネラルの増加や病害虫の防除による減農薬、減肥料による作物栽培が期待されている⁵⁾。湛水事業で懸念されることは、湛水前に農地に施肥された肥料が残留し、湛水によって浸透水に溶脱する硝酸態窒素による地下水汚染である。畑地は水田よりも施肥量が多く、残留肥料が湛水によって地下浸透すると考えられる。白川中流域から涵養された地下水は、地下水プールを流下し、熊本市東部を通過、湧水地である江津湖へ到達する⁶⁾。熊本市東部、江津湖周辺の硝酸態窒素濃度は、図-2 に示しているように経年的に上昇傾向にある⁷⁾。

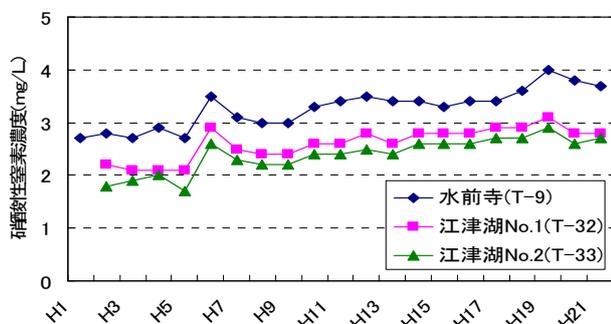


図-2 地下水中の硝酸性窒素濃度の変化

本研究では、白川中流域湛水田において湛水前後の土壌と湛水中の水を採取し、硝酸態窒素などの栄養塩類の濃度を測定し、農地に残留していた栄養塩類が湛水・浸透によってどのように変化するかを観測することによって、湛水による栄養塩類の溶脱・浸透による地下水への影響を検討した。

2. 調査地点

調査は白川中流域である大津町から菊陽町にかけての浸透能の高い水田地帯において、湛水事業が実施されている減反田を抽出して行った。

調査は、圃場の 3 地点を選定し、調査を行った (図-3 参照)。地点 1 は、エコ・ファームであり、地点 1 と 2 は湛水前は麦を収穫した後で、地点 3 は、湛水前は、ニンジンを作付けし、収穫後 1 ヶ月間放置していた。



図-3 土壌調査地点

3. 調査方法と観測結果

図-3 の 3 地点において、湛水前後の地表・20cm・40cm・60cm・80cm・100cm の各深度における土壌を採土器で不攪乱の状態ですAMPLINGし、図-4 に示した簡易土壌養分分析法⁸⁾によって土壌中に含まれる硝酸性窒素 (NO₃-N)、亜硝酸性窒素 (NO₂-N)、アンモニア性窒素 (NH₄-N)、リン酸態リン (PO₄-P)、電気伝導度 (EC)、水素イオン指数 (pH) を調査した。採土の位置は、圃場の中心部、端部とその中間の三地点とした。

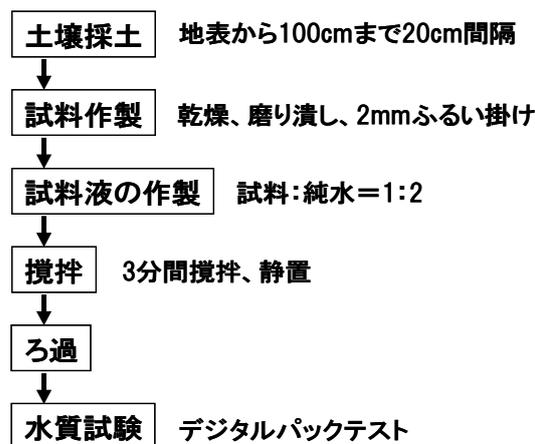


図-4 簡易土壌養分分析のフローチャート

図-5 に示しているように、土壌中の栄養塩類の測定に加え、湛水中の栄養塩類の収支を算出するため、流入水、表面水、流出水と採水井を設置 (中心と端部の中間) し、深度 50cm、100cm で浸透水を採水した。

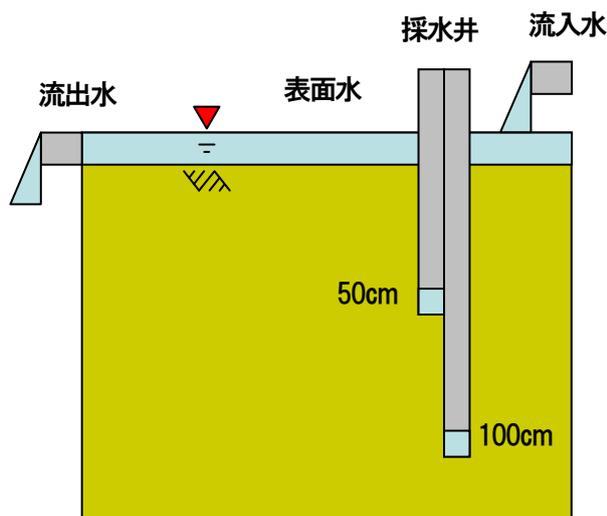


図-5 採水位置

各地点の湛水前と後に採土し、簡易土壌分析を行なった。また、湛水期間は、どの圃場も1ヶ月間であり、その間、採水井戸の浸透水を6月20日から週2回の割合で採水した。採水時に圃場への流入水、尻後からの流出水、圃場に湛水している表面水も採水し、デジタルパケットによる水質試験を実施した。以下に硝酸性窒素の動態に関して述べる。

図-6 (a)、(b)、(c)は地点1、図-7 (a)、(b)、(c)は地点2、図-8 (a)、(b)、(c)は地点3における、それぞれ、湛水前後の土壌溶出液中の硝酸性窒素濃度分布と湛水前後の濃度変化を示している。

地点1、エコ・ファームの観測結果は、どの地点も湛水前には、硝酸性窒素はほとんど含まれず、湛水後に地表面からの浸透によると思われる硝酸性窒素が検出された。

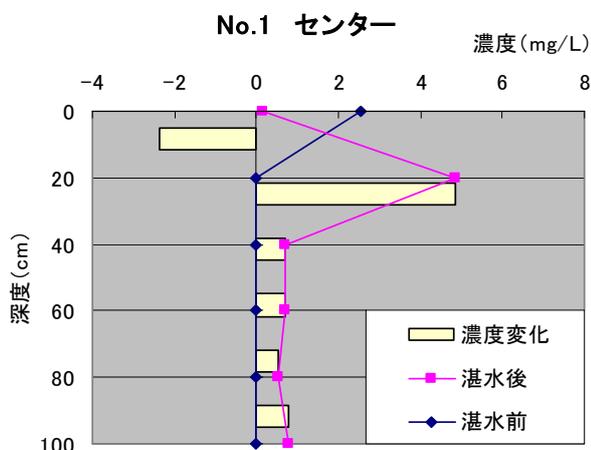


図-6 (a) 地点1の圃場中心部における深度別土壌の溶出液中の硝酸性窒素濃度

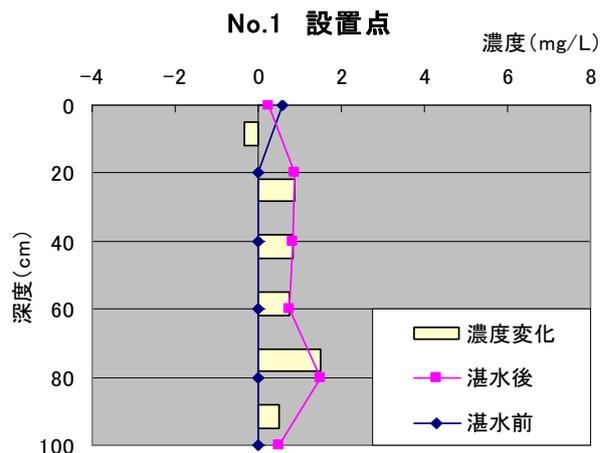


図-6 (b) 地点1の圃場採水井戸設置点における深度別土壌の溶出液中の硝酸性窒素濃度

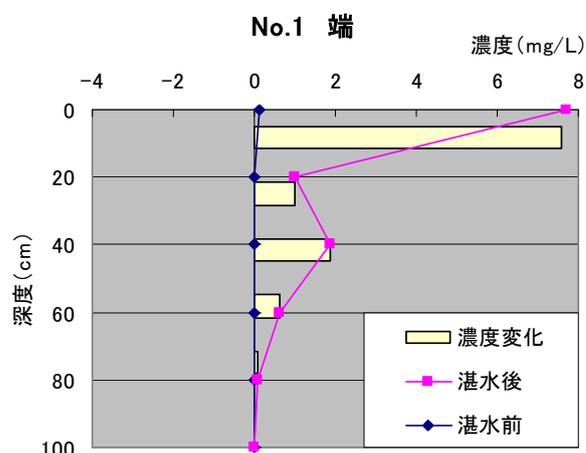


図-6 (c) 地点1の圃場端部における深度別土壌の溶出液中の硝酸性窒素濃度

図-7の地点2の結果も地点1と同様に、湛水前にはほとんど硝酸性窒素は検出されていないが、湛水後、土壌中で検出された。多くの地点で、地表面の硝酸性窒素濃度が高いのは、湛水中に圃場に藻類が発生し、圃場を乾燥させた後、地表面に付着したのから窒素が検出されたものと思われる。

図-8の地点3の結果は、他の2点と異なっていた。ニンジン収穫後、1ヶ月経過しているにもかかわらず、土壌中に残留していた硝酸性窒素が、湛水によって洗い流され、湛水後は湛水前に比べ、硝酸性窒素濃度は低下していた。地点1と地点2は、湛水前にはほとんど検出されていないのと対照的である。これは、地点1、2に麦を作付けしていたことが関係していると考えられる。

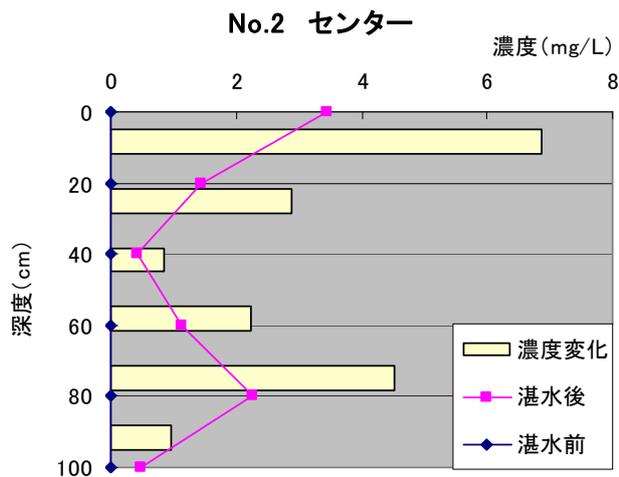


図-7 (a) 地点2の圃場中心部における深度別土壤の溶出液中の硝酸性窒素濃度

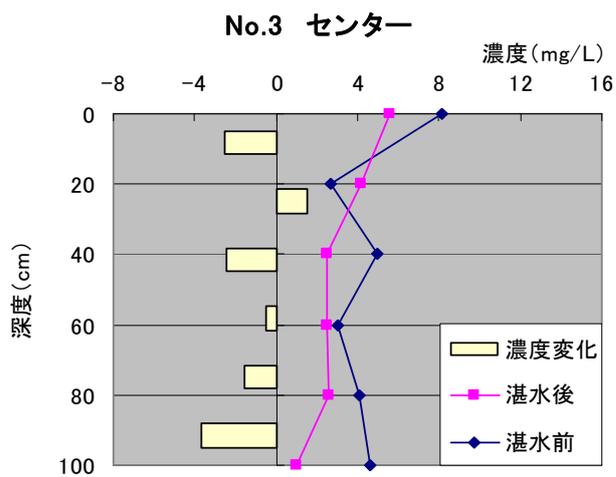


図-8 (a) 地点3の圃場中心部における深度別土壤の溶出液中の硝酸性窒素濃度

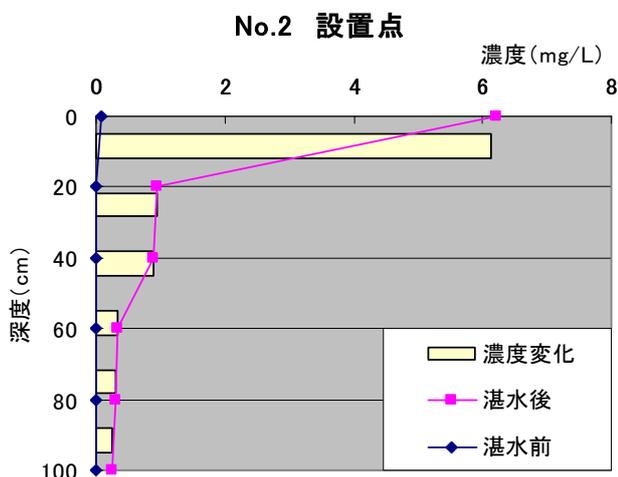


図-7 (b) 地点2の圃場採水井戸設置点における深度別土壤の溶出液中の硝酸性窒素濃度

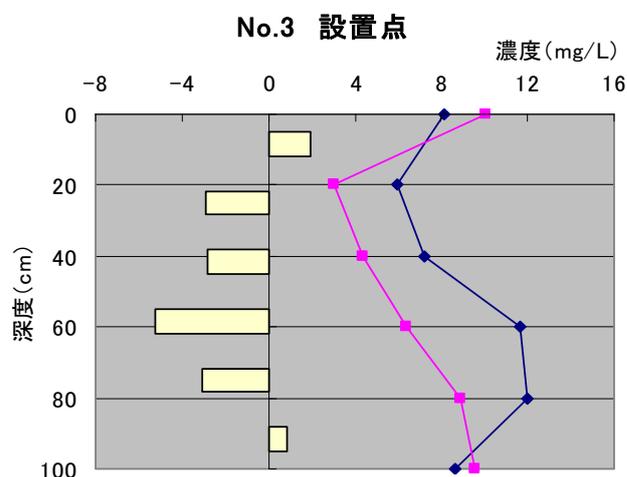


図-8 (b) 地点3の圃場採水井戸設置点における深度別土壤の溶出液中の硝酸性窒素濃度

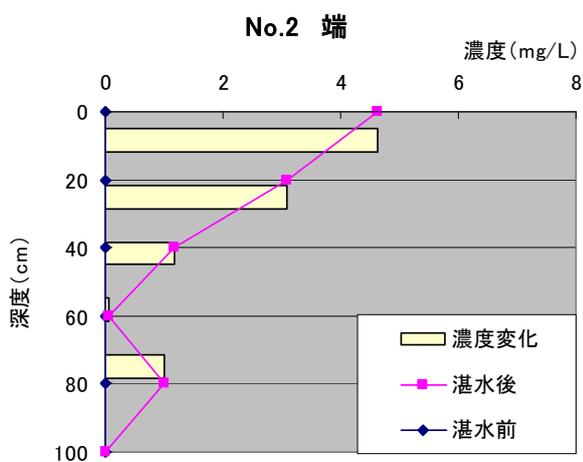


図-7 (c) 地点2の圃場端部における深度別土壤の溶出液中の硝酸性窒素濃度

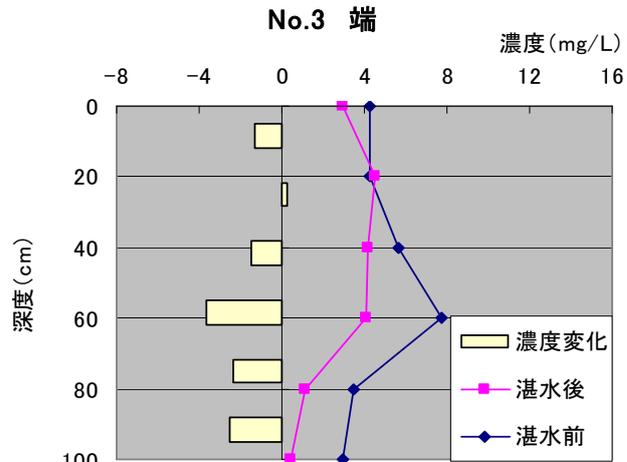


図-8 (c) 地点3の圃場端部における深度別土壤の溶出液中の硝酸性窒素濃度

6月20日から実施した各地点における表面水、流入水、50cm と 1mの深度における浸透水中の硝酸性窒素の濃度変化を図-9 (a)、(b)、(c)に示す。

地点1は湛水後すでに2週間以上経過しており、また、湛水前には圃場直下の土壌には硝酸性窒素がほとんど残留していない状況であった。流入水の濃度も表面水の濃度も小さく、深度50cmの採水井戸の浸透水にも硝酸性窒素は低濃度しか検出されていない。この地点は、減肥料のエコ・ファームであり、湛水前の作物がムギであることも影響して、硝酸性窒素は低濃度であったと考えられる。

地点2の結果(図-9(b))を見ると、ここでは、深度100cmの浸透水から、若干の濃度の硝酸性窒素が検出された。しかし、流入水、表面水、浸透水ともに1mg/L以下の低濃度であるので、特に問題ないと考えられる。

図-9(c)の地点3の結果を見ると、当初、深度50cmの浸透水の硝酸性窒素濃度が高く(6月20日で、4mg/L)1週間程度でほとんど検出されなくなった。

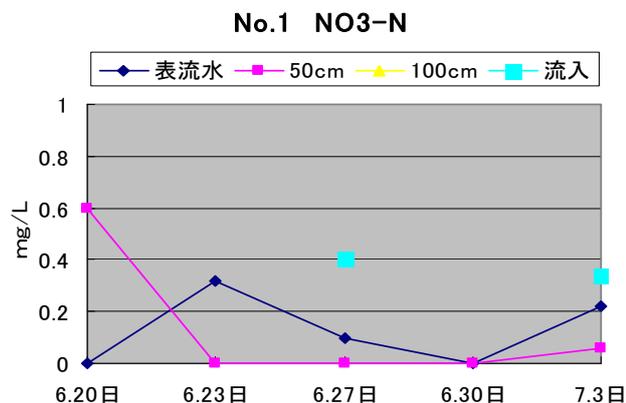


図-9 (a) 地点1における表面水、流入水、浸透水中の硝酸性窒素の濃度変化

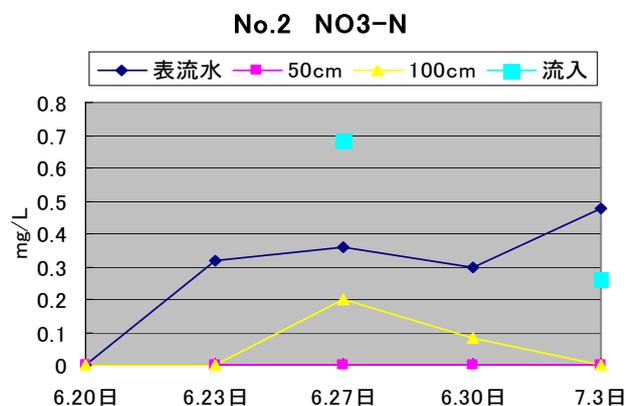


図-9 (b) 地点2における表面水、流入水、浸透水中の硝酸性窒素の濃度変化

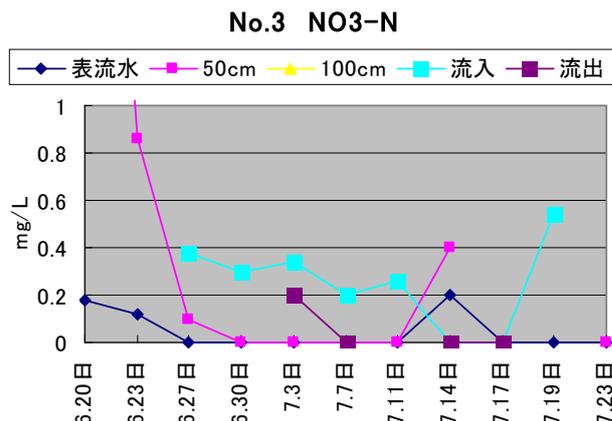


図-9 (c) 地点3における表面水、流入水、浸透水中の硝酸性窒素の濃度変化

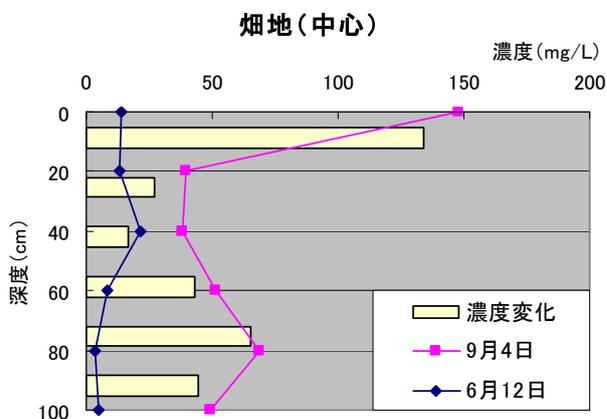


図-10 畑地における湛水期間前後の深度別土壌の溶出液中の硝酸性窒素濃度

これは、湛水前に土壌中に残留していた硝酸性窒素が湛水による水の浸透によって、洗い流され、流下したものと推定される。湛水前後の土壌溶出液中の硝酸性窒素濃度の変化(図-8 (a)、(b)、(c))と考え合わせると、地点3では、湛水による土壌中に残留していた硝酸性窒素の洗い流し現象が起きていることが考えられる。地点3は地点1、2と違ってニンジン畑の後の土壌中に硝酸性窒素が多く残留している。これは、作物の違いによって、施肥量が異なることによるものか、施肥の時期の違いによるものと考えられる。

一方、湛水期間に湛水せずに畑作を継続していた農地の土壌溶出液中の硝酸性窒素濃度の変化を図-10に示した。この図から、畑の施肥による土壌中の硝酸性窒素濃度が増加していることがわかる。特に、1mという深い部分の濃度も上昇し、50mg/Lという高い濃度に達している。この深さになると作物も吸収しにくくなるために、雨によ

る浸透によって、地下水へ流下することが考えられる。

岐阜県各務原市では、畑作地帯に散布される窒素肥料による地下水汚染が問題となり、その後減肥料対策が行なわれた結果、期間を要するが硝酸態窒素濃度の軽減の効果が得られている⁹⁾。エコ・ファームのように減農薬・減肥料に心がけることが地下水の硝酸性窒素汚染防止に繋がる。

4. まとめ

熊本県白川中流域で実施されている湛水事業の湛水田において、湛水前後の土壌溶出液中の硝酸性窒素濃度の変化と湛水中の流入・流出・表流水・浸透水の硝酸性窒素濃度を観測し、湛水事業による硝酸性窒素の地下への浸透に関する調査・研究を実施した結果、エコ・ファームと麦収穫後の湛水田における土壌中の硝酸性窒素の地下への浸透はほとんど認められなかった。しかし、ニンジン畑の場合、土壌中に残留した硝酸性窒素の地下への浸透が考えられる。

湛水田における地下水涵養量は2009年では約2000万m³と効果を上げている¹⁰⁾。畑地で湛水することは、畑地に残留した肥料も一緒に地下へ浸透させてしまう。硝酸態窒素のみならず、リン酸も含まれているため、地下水の富栄養化を引き起こし兼ねない。湛水が行なわれる畑地においても、地下水保全のために減農薬、減肥料による作物栽培を行なっていかなければならない。

参考文献

- 1) 熊本県：熊本県市町村合併地図。
http://www.pref.kumamoto.jp/uploaded/life/1014294_1021406_misc.pdf, 2010.
- 2) 熊本市：熊本市地下水保全プラン, P. 6, 2010.
- 3) 熊本県保健医協会：くまもと水防人物語, 槇書房, P. 22、P. 25, 1998.
- 4) 市川勉：2008年度白川中流域湛水効果評価報告書, P. 1, 2009.
- 5) 荒川祐介：ニンジン畑に水を張る理由
<http://www.naro.affrc.go.jp/season/2007-06water/pdf/ricefield4.pdf>, 2007.
- 6), 7) 熊本市：第2次熊本市硝酸性窒素削減計画, P. 7, P. 10, 2010.
- 8) 松岡憲吾・波田善夫：パックテストによる簡易土壌養分分析法, 2008.

9) 環境省環境管理局水環境部：硝酸性窒素による地下水汚染の浄化技術

http://www.env.go.jp/water/chikasui/no3_taisaku/pdf, P. 209, 2004.

10) 刑部新也：熊本地域における白川中流域湛水事業による地下水涵養の効果評価, 東海大学大学院修士論文, P. 40, 2009.