

瀬戸内海沿岸小河川における硝酸性窒素負荷量 果樹園面積・溜池・扇状地の効果

齋藤 光代^{*}・小野寺 真一^{*}・竹井 務^{*}・西宗 直之^{**}

^{*} 広島大学総合科学部

^{**} 広島大学大学院生物圏科学研究科

NO₃⁻-N Flux of Streams in the Setouchi Region: Effects of Fruit-Farmland Area, Water Reservoir, and Alluvial Fan

Mitsuyo SAITO^{*}, Shin-ichi ONODERA^{*}, Tsutomu TAKEI^{*} and Naoyuki NISHIMUNE^{**}

^{*} Faculty of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

^{**} Graduate School of Biosphere Sciences, Hiroshima University

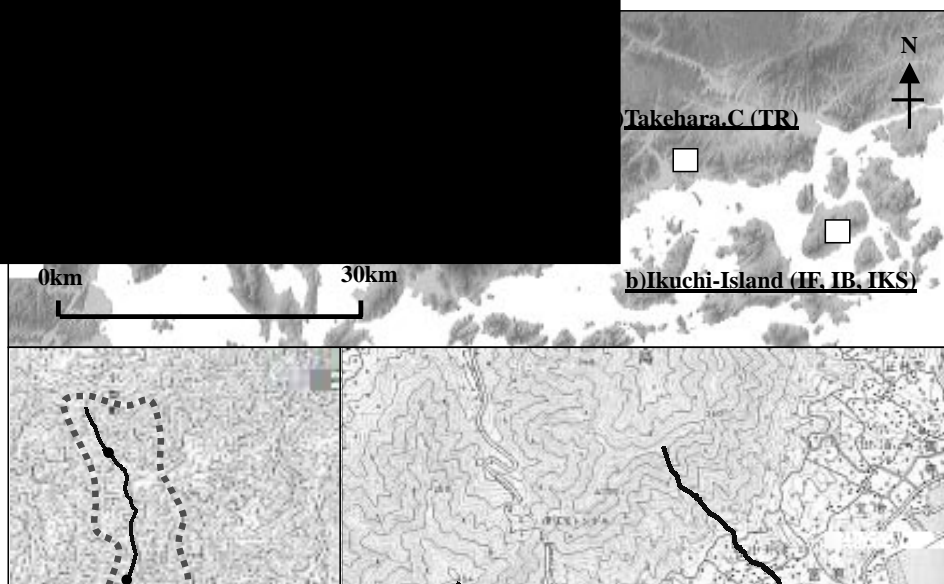
Abstract : To confirm the effects of fruit-farmland area, water reservoir, and alluvial fan on nitrate load in short streams, we measured runoff and collected water samples at five or eight sites in each of four streams, Seto Inland Sea catchment. Nitrate load of the streams increased with increasing ratio of fruit-farmland area. At a downstream site of water reservoir, nitrate concentration showed a slight decrease. On the area widely dominated by alluvial fan, it assumed that groundwater pollution by nitrate-nitrogen is accelerated with groundwater recharge of stream water. It is necessary for conservation of water resources to consider function of these effects as well as river-groundwater mixing.

Keywords : Setouchi region, NO₃⁻-N flux, Fruit-farmland area, Reservoir, Alluvial fan

. はじめに

瀬戸内海沿岸地域では、山地斜面とそれに連続する扇状地地形が広く見られ、水はけのよい扇状地斜面を中心に果樹園が分布する。近年では果樹園で大量に散布される窒素肥料が原因で、硝酸性窒素による河川水や地下水の汚染が進行している(熊沢, 1994)。これは、瀬戸内海における富栄養化の原因の一つとして大きな問題となっている。これまで、農業地域における窒素負荷量の見積りに関する研究(海老瀬, 1985; 田淵・黒田, 1991; 竹内, 1995)は多く存在するが、瀬戸内海沿岸の果樹園分布流域における窒素負荷量の分布は、十分に明らかにされてきたとはいえない。

一方で、瀬戸内海沿岸地域には溜池が広く分布しており、硝酸性窒素の輸送過程において植物や微生物による養分吸収や脱窒・硝化などの作用が活発に生じるため、水質浄化において重要な働きをすると指摘されている(Burt et al., 1993; 戸田ら, 1993; 内田ら, 2001)。また、河川水が河岸や河床



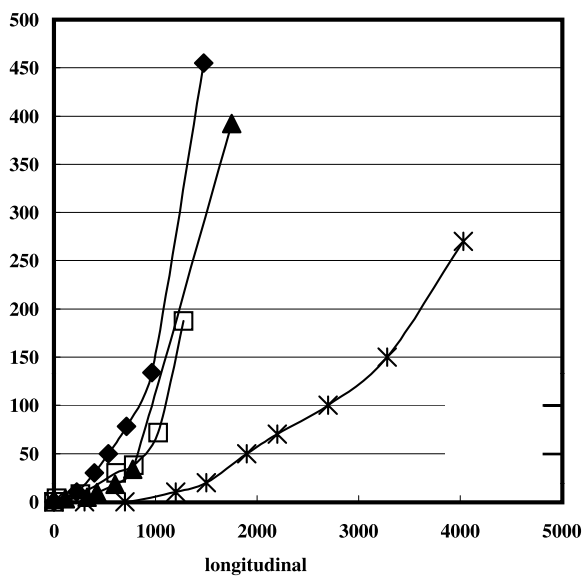


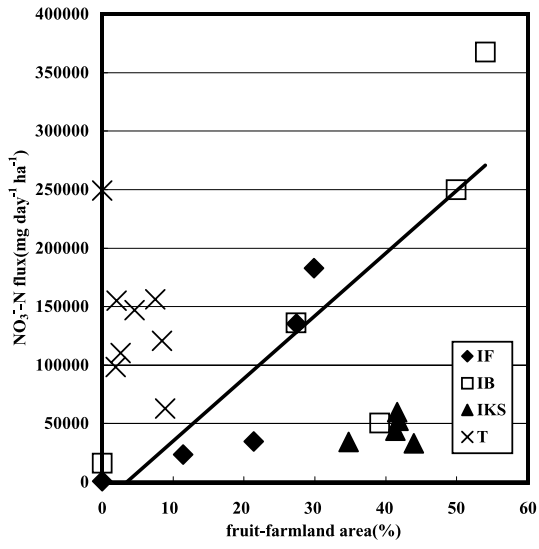
表1 各流域別の流域面積と果樹園面積及び河床勾配

生口島	流域面積(ha)	果樹園面積(ha)	果樹園面積率(%)	河床勾配
IF-1	7.92	0.00	0.00	0.63
IF-2	11.42	1.30	11.43	0.22
IF-3	24.90	5.33	21.38	0.16
IF-4	27.02	7.40	27.38	0.15
IF-5	30.44	9.09	29.87	0.11
IB-1	1.50	0.00	0.00	0.46
IB-2	7.14	1.95	27.36	0.14
IB-3	10.76	4.21	39.16	0.05
IB-4	17.89	8.93	49.92	0.06
IB-5	20.30	10.97	54.03	0.02
IKS-5	29.34	10.20	34.77	0.37
IKS-4	36.58	15.12	41.32	0.09
IKS-3	40.02	16.72	41.78	0.05
IKS-2	41.97	17.46	41.60	0.05
IKS-1	44.26	19.46	43.97	0.01
竹原				
TR-1	25.00	0.00	0.00	0.16
TR-2	59.44	1.20	2.02	0.09
TR-3	92.30	1.74	1.88	0.06
TR-4	106.71	2.76	2.59	0.07
TR-5	147.76	6.75	4.57	0.08
TR-6	200.09	14.95	7.47	0.03
TR-7	248.38	22.01	8.86	0.02
TR-8	273.68	23.04	8.42	0.00

. 結 果

図3の(a)~(d)には、4流域それぞれの上流から下流にかけての単位面積あたりの流量と硝酸性窒素濃度の変化を示す。単位面積あたりの流量は、流域面積が最大のTR流域で最も多く、これに対して、全体的に流域面積の小さな生口島の3流域で比較的少ない。特に、IKS流域における流量が最も小さく、TR流域との差は1オーダー以上にも及ぶ。また、IF流域においては、上流から下流にかけて流量は一貫して増加傾向を示し、硝酸性窒素濃度はIF-2からIF-3にかけて一旦減少するが、全体的に見ると下流に向かって上昇している(図3-(a))。IB流域においては、IB-3の溜池と最下流部で流量が減少し、硝酸性窒素濃度はIB-3の溜池においてわずかに低下するものの、下流に行くに従って上昇する傾向を示す(図3-(b))。IKS流域では、源流部からIKS-3にかけて流量が増加した後下流にかけて減少するのに対し、硝酸性窒素濃度は一貫して上昇している(図3-(c))。TR流域では、流量がTR-3からTR-6の間と最下流部のTR-8で増加するが、全体的には下流に行くに従って減少傾向を示すのに対し、硝酸性窒素濃度は全体を通してあまり変動を示さない(図3-(d))。

図5には、横軸に単位面積あたりの流量、縦軸に単位面積あたりの硝酸性窒素負荷量を取り、各流域における流量と硝酸性窒素負荷量との関係を示す。この図から全ての流域においてほぼ正の相関が見られ、流量が増加するとそれともない硝酸性窒素負荷量も大きくなることから、TR流域以外の流域のデータについてはTR流域の相関直線よりも上にプロットされていることから、これらの流域ではTR流域よりも硝酸性窒素濃度が高くなっていることを示している。



もかわらず、河川水中の硝酸性窒素負荷量が低いことから、硝酸性窒素を多量に含んだ河川水が一旦地下水へ涵養し、地下水の形態のまま海へ流出している可能性がある。瀬戸内海の富栄養化問題を考えるにあたって、今後は下流側で潮位変動の影響がない地点に流量観測点を設けるなどして河川水としての海への流出量及び地下水としての流出量をそれぞれ算出し、瀬戸内海における河川水を通じた汚染と地下水を通じた汚染の割合を正確に把握する必要がある。

まとめ

本研究では、瀬戸内海沿岸地域の山地小河川において採水及び流量観測、採取した試料の硝酸性窒素の定量分析を行い、以下のことが確認された。

- 1) 果樹園面積が大きな流域ほど、硝酸性窒素による河川水の汚染は進行している。
- 2) 果樹園流域内に存在する溜池においては、河川水中の硝酸性窒素濃度がわずかに減少する傾向を示す。
- 3) 生口島 IKS-3 流域においては、中・下流域の扇状地で河川流量が減少していることから河川水が地下水へ涵養しており、果樹園起源の硝酸性窒素による地下水汚染が進行していると想定できる。瀬戸内海の富栄養化問題にとっては、河川から海への硝酸性窒素の流出経路を明らかにし、河川水による汚染と地下水による汚染がどのような割合で起こっているかを把握することが重要である。

謝辞

本研究を行うにあたり、対象とした試験流域に関する土地利用情報をご教示いただいた広島大学総合科学部中越信和教授に深く感謝いたします。

引用文献

- Burt, T.P., Heathwaite, A.L. and Trudgill, S.T. (1993) *Nitrate: Processes, Patterns and Management*, John Wiley & Sons, Chichester, 444pp.
- 海老瀬潜一 (1985) 降雨による土壌層から河川への NO_3^- の排出, 衛生工学研究論文集, 21, 48-59.
- 原田守博 (2001) 河川からの地下水涵養, 日本地下水学会編「雨水浸透・地下水涵養」, 理工図書東京, 122-127.
- Harvey, J.W. and Bencala, K.E. 1993 The effect of streambed topography on surface-subsurface water exchange in mountain catchments, *WaterResour. Res.*, 29, 89-98.
- Harvey, J.W., Wagner, B.J. and Bencala, K.E. 1996 Evaluating the reliability of the stream tracer approach to characterize stream-subsurface water exchange, *WaterResour. Res.*, 32, 2441-2451.
- 池上佳志・中越信和 (1995) 広島県瀬戸田地区の景観構造, 広島大学総合科学部紀要 理系編 第21巻, 131-144.
- 熊沢喜久雄 (1994) 環境保全型農業における土壌肥料研究の展望, 環境保全型農業シンポジウム「暖地農業における養分循環の問題点と技術的展望」, 第12回土・水研究会, 九州農業試験場農業環境技術研究所, 1-16.
- 田淵俊雄・黒田久雄 (1991) 台地と谷津田の農業集水域の窒素流出構造 - 面源主体の農業集水域か

- らの流出負荷に関する研究(), 農業土木学会論文集, 154, 65-72.
- 竹内 誠(1995) 流域における水質保全機能の評価, 農林交流センターシンポジウム「農耕地における浅層地下水等の汚染状況と今後の対策」, 87-114.
- 戸田任重・松本英一・宮崎龍雄・芝野和夫・川島博之(1993) 灌漑用溜池における硝酸態窒素の消失, 土壤肥料学会誌, 65, 266-273.
- 内田晴夫・井上久義・細川雅敏(2001) 土器川沿岸地区のため池・農業用水路における水質, 四国農業試験場報告, 66.
- 山田啓一(2001) 多摩川における伏流機構と水質浄化機能評価に関する研究, 財団法人とうきゅう環境浄化財団年報, 46-57.
- 山本荘毅(1983) 「地下水調査法」, 古今書院, 東京, 490pp.