

集水域の土地利用とかんがい期におけるため池の水質

- つくば市を例に -

廣瀬裕一*・石田憲治*・嶺田拓也*

目 次			
緒 言	53	2 畑地率の影響を回避させたため池水質と 土地利用の関係	57
研究方法	53	3 窒素濃度と集水域の土地利用との関係	58
1 調査地区と調査ため池	53	4 降雨による影響を考慮したため池水質と 集水域の土地利用との関係	59
2 分析方法	54	結 言	59
調査結果	54	参考文献	59
考 察	56	Summary	60
1 単相関分析によるため池水質と集水域の土地利用 との関係	56		

緒 言

高度経済成長期に農村地域の社会構造は一変した。それは兼業化、混住化、過疎化などである。特に高度経済成長期以降の都市近郊地域での急速な混住化では、農地の無秩序な宅地転用によるスプロール化が発生し、その結果、家庭雑排水が直接ため池に流入し、ため池の水質が富栄養化した。

ため池の水質汚濁は、集水域の混住化が契機となっている場合のほか、水田からの代かき濁水や畑地からの肥料成分の流出が水質に影響を及ぼすことが広く知られている。ため池の水質は、このように農業由来の汚濁と家庭雑排水等に起因する物質の流入等宅地由来の汚濁による複合的な要因により影響を受けているものと考えられる。

土地利用がため池の水質に及ぼす影響は既往研究からも指摘されており、中曽根ら（1998）は、ため池の集水域の土地利用と水質との関係について、窒素濃度と集水域の土地利用との関連性はないことを明確にした。高橋ら（1999）によれば、ため池集水域からの主な窒素の発生負荷は農地・山林等の非点源負荷源から排出されていることを全国規模データの統計的分析により明らかにした。

本研究は、ため池に流入する負荷の排出源が農地・山林のような面源である場合と、宅地のような点源である

場合ではため池の水質環境に及ぼす影響が異なることに着目し、集水域の土地利用の違いがため池の水質に及ぼす影響を検討した。具体的には、農地、および宅地双方から発生する負荷により、水質汚濁が懸念される都市近郊のため池を対象に、ため池の水利用が多くなるかんがい期の水質測定値をもとに、降雨による影響を考慮して考察した。

研 究 方 法

1 調査地区と調査ため池

本研究では茨城県つくば市を対象とした。つくば市は人口約19.2万人（2005年12月）で面積は284.07km²である。茨城県南部に位置し都心から約50～60kmに位置する、近年人口増加傾向にあるつくば市の農業は、桜川東岸では北条米で有名な水田地帯で北西部は芝畑が多く存在する特徴がある。

農業用ため池の水質調査は、つくば市ため池台帳に記載されているため池を対象とした。ため池台帳には58ヶ所記載されているが、1地区に複数の連続したため池が存在する場合、上流側のため池を連続したため池の代表として取り扱った。またデータが一部欠如しているため池も除外した。その結果、対象となるため池は48ヶ所となった。その分布はFig.1に示すとおりである。

ため池の水質分析に供するための採水は、取水口付近で行った。採水は晴天時と降雨後にそれぞれ実施したが、降雨後の採水は集水域からの流出の影響をみるために、24時間雨量5mm以下のデータについては棄却した。そのため、降雨後のデータは46ヶ所である。

*農村環境部環境評価研究室

平成18年1月20日受理

キーワード：ため池、水質、土地利用、重回帰分析

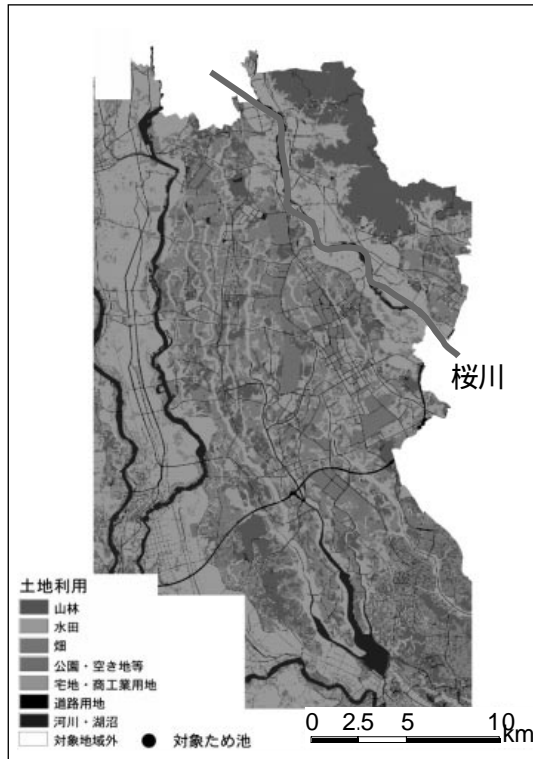


Fig.1 調査ため池の位置図
Location of irrigation ponds in Tsukuba

Table 1 ため池貯水量と集水域の土地利用
Irrigation ponds data

	平均値	標準偏差	最大値	最小値
集水域面積 (ha)	51	120	833	3
集水域水田率(%)	4.7	6.8	24	0
集水域畑地率(%)	24.2	28.7	91	0
集水域宅地率(%)	11.1	23.1	100	0
集水域山林率(%)	55.2	38.5	100	0
貯水量 (1000m ³)	5.6	9.1	57	0.3

水質測定は、梅雨期を含むかんがい期に行い、具体的には2005年6月27日から8月11日の間で実施した。水質の測定項目はpH、導電率、濁度、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、COD、PO₄-Pであり、pH、導電率、濁度は水質分析計 (HORIBA社製、U-20XD) によって計測し、NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、COD、PO₄-Pは簡易分析計 (パケットテスト、共立理化学研究所製) によって分析した。なおNO₂-N、NO₃-N、NH₄-Nの合計値をInorg.-N (無機態窒素) とした。

パケットテストは比色分析で、精度の点ではイオンクロマトグラフィー等に劣るが、現場で数分以内に水質分析ができて、費用も1サンプルで数百円と安価である測定方法である。本研究は梅雨期という短期間に48ヶ所のため池を晴天時と降雨後で計測することから、迅速な計測が必要であり、パケットテストを用いて水質分析を行った。

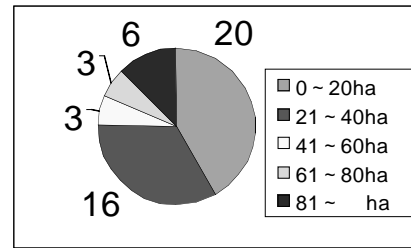


Fig.2 集水域面積の大きさ (円グラフの単位は 'ヶ所')
Frequency of catchment area

2 分析方法

ため池の水質と集水域の土地利用との間に有する関係を把握するため、単相関分析及び重回帰分析を実施した。これらの分析で、水質変動を説明する項目として、集水域特性 (集水域における土地利用ごとの面積割合: 宅地率、水田率等) と水質特性 (ため池の水質: Inorg.-N, COD, PO₄-P等) を設定した。

集水域内に畜産関係施設が位置すると、ため池水質に大きく影響を与えることが知られているため、農林業センサデータ及び該当地区の25000分の1の地形図において、対象地域で畜産関係施設が存在するか、確認作業を行ったところ、明石調整池 (集水域面積833ha) で集水域内に畜産農家が存在した。

近年では家畜排せつ物法により、畜産農家に対しても、排水に関する水質規制等管理基準の遵守を求めており、また当該畜産農家はブロイラー鶏1万羽以上出荷農家であるが、25000分の1の地形図から畜舎の面積を測定すると約0.13haであり、集水域面積に比べて非常に小規模であるため、面積率では考慮に入れられず、畜産からの排出負荷量が全体の排出負荷量と比較しても、相対的に小さいと考えられるため、今回は畜産関連施設の影響は考慮しない。それ以外では、対象ため池では集水域内に畜産関連施設はなかった。

また、対象ため池の集水域には水田転作による畑地利用も散見されるが、本報では転作を考慮していない。

調査結果

Table1には、対象ため池48ヶ所の基礎統計量を示した。

ため池の集水域面積の大きさを階層別頻度で示したものがFig.2である。対象ため池の集水域面積は、最大833haから最小3haと差が見られるが、Fig.2より大部分の集水域面積は40ha以下であり、本研究の対象ため池は一部を除いて集水域面積の小さいため池が多い。

集水域内の土地利用を表現する指標として集水域内の地目別土地利用率を用いた。Fig.3~ Fig.6は地目別土地利用率を階層区分して、頻度分布を階層ごとに表現したものである。

これらから対象ため池は集水域の水田率が5%未満の

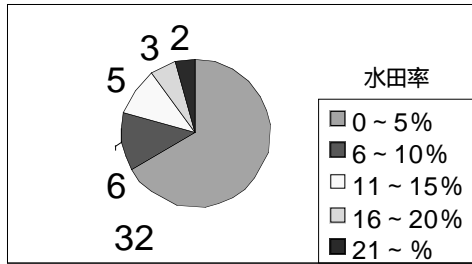


Fig.3 ため池集水域の水田率の状況 (円グラフの単位は‘ヶ所’)
Frequency of paddy rate

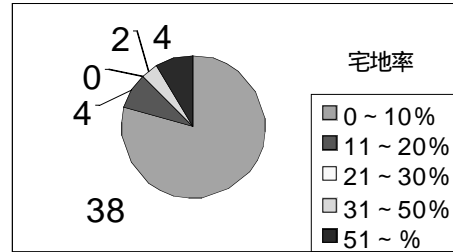


Fig.5 ため池集水域の宅地率の状況 (円グラフの単位は‘ヶ所’)
Frequency of residential rate

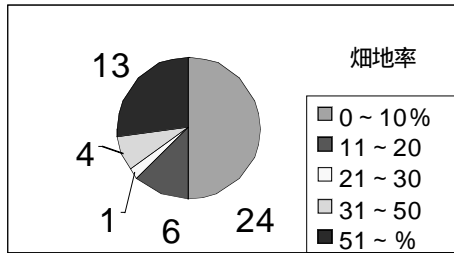


Fig.4 ため池集水域の畑地率の状況 (円グラフの単位は‘ヶ所’)
Frequency of upland rate

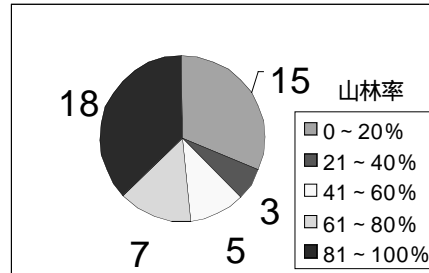


Fig.6 ため池集水域の山林率の状況 (円グラフの単位は‘ヶ所’)
Frequency of forest rate

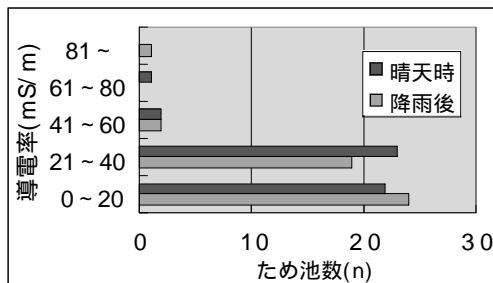


Fig.7 対象ため池の導電率
Frequency of Electric Conductivity

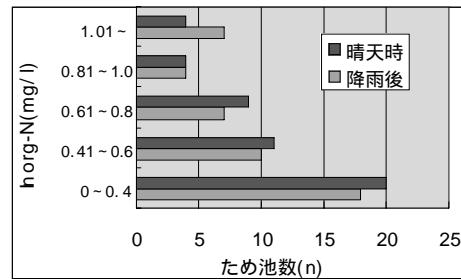


Fig.10 対象ため池のInorg-N濃度
Frequency of Inorg-N density

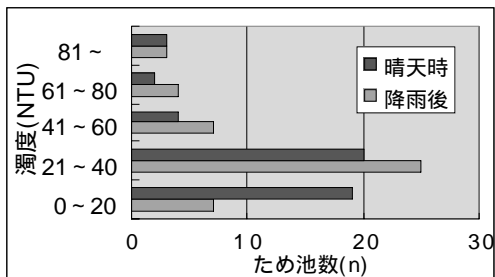


Fig.8 対象ため池の濁度
Frequency of turbidity

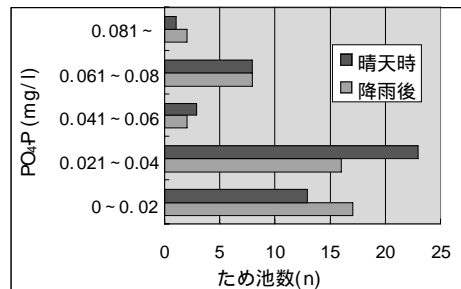


Fig.11 対象ため池のPO4-P濃度
Frequency of Inorg-N density

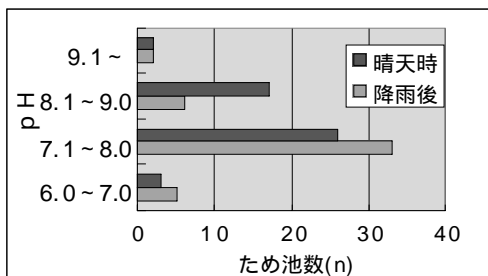


Fig.9 対象ため池のpH
Frequency of pH

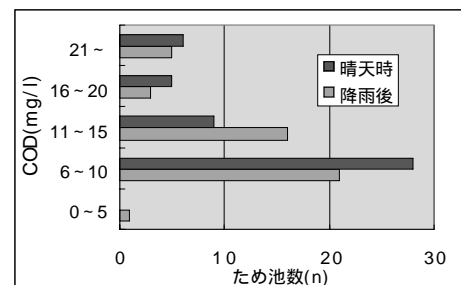


Fig.12 対象ため池のCOD濃度
Frequency of COD density

Table 2 対象ため池の水質データ
Water quality data of object irrigation ponds

		平均値	標準偏差	最大値	最小値
晴天時	導電率(mS/m)	23	12	69	8
	濁度(NTU)	30	31	200	3
	pH	7.8	0.6	9.5	6.5
降雨後	導電率(mS/m)	22	13	82	7
	濁度(NTU)	59	146	990	9
	pH	7.5	0.6	9.4	6.6

		中央値	最大値	最小値
晴天時	Inorg.-N(mg/l)	0.5	1.3	0.3
	PO ₄ -P(mg/l)	0.03	0.13	0.01
	COD(mg/l)	8	30	5
降雨後	Inorg.-N(mg/l)	0.5	1.6	0.2
	PO ₄ -P(mg/l)	0.03	0.16	0.02
	COD(mg/l)	10	30	4

ため池が6割を超え、水田の割合は全般的に小さい反面、集水域の山林率が61%を超えるため池が半数を占めることから、集水域に山林を有するため池が多いことがわかる。

Figs.7~12は、測定した水質を濃度階層に整理した頻度分布を示したものである。また、Table2は測定した水質項目の基礎統計量を示したものである。

導電率は、晴天時と降雨後で特に大きな変化はみられなかった。

濁度は、晴天時より降雨後で数値が高かったが、これは降雨によって濁水が流入した影響であると考えられる。また、標準偏差からも降雨後では、各ため池間で濁度の濃度に幅があることが確認できた。

pHは今回の計測では晴天時と降雨後で大きな差はみられなかった。

Inorg.-N濃度は、降雨後で濃度が全体的に上昇する傾向がみられた。このことは中曽根ら(1998)も指摘しているように、土地利用による影響があるものと考えられる。

PO₄-P濃度では、降雨後で濃度が高い値と低い値と二極化する傾向が見られた。

COD濃度は、降雨後でやや高い値を示すことが認められた。

窒素濃度と各地目別土地利用率との間の相関が指摘されている(中曽根ら, 1998)ことから、ここではさらに晴天時と降雨後に区分して、Inorg.-N濃度と集水域土地利用との関係を分析した。(Figs.13~20)

畑地率とInorg.-N濃度と間には、正の関係があることが確認できた。

山林率とInorg.-N濃度との間には負の関係があった。

宅地率とInorg.-N濃度との関係は、全般的に宅地率の値が低い場合はInorg.-N濃度と正の関係が読み取れる。

水田率とInorg.-N濃度との間には、晴天時、降雨後とも関係を読み取ることはできなかった。

考 察

Figs.7~12でため池水質は晴天時と降雨後で違いがあることが明らかになった。ここでは、さらに詳細に晴天時と降雨後に分けて、ため池水質と集水域の土地利用との関係を検討することとする。

水質項目と集水域の土地利用率および貯水量等のため池に関するデータで晴天時、降雨後別に相関係数を確認したところ、導電率、濁度、pHの水質項目のいずれでも、地目別の土地利用率等との間には5%水準での有意性が(以下「5%有意」とする、1%の場合も同様に表記する。)認められなかったため除外し、水質項目をInorg.-N、PO₄-P、CODに限定して集水域の地目別土地利用率との関連を考察した。

1 単相関分析によるため池水質と集水域の土地利用との関係

ため池水質と集水域の土地利用との相関関係の有意さをみたものがTable3, Table4である。Table3は晴天時、Table4は降雨後のデータを用いた単相関分析の結果である。

晴天時では、1%有意な関係が認められた項目は、

- ・ Inorg.-N濃度と畑地率が正の相関関係、
 - ・ Inorg.-N濃度と山林率が負の相関関係、
 - ・ COD濃度と山林率が正の相関関係、
- が認められた。

Inorg.-N濃度と畑地率が高い正の相関関係があることは、集水域内の畑地に施肥した肥料の影響で窒素の溶脱が発生し、地下水の窒素濃度を高めたことが要因として考えられた。

Inorg.-N濃度と山林率が高い負の相関関係を示したことは、山林からの排出負荷源は小さいことが広く知られているため、山林から流入する低濃度な希釈水による効果がその一因にあると考えられた。

COD濃度と山林率が高い正の相関関係を示したことは、詳細は不明であるが、該当ため池の多くは、周辺部では雑草や広葉樹帯が位置し、水中には葦などの水生植物が繁茂しているため池もあり、このような植物の残渣がため池底部に堆積して底泥となり、この底泥が影響しているものと考察される。

降雨後では、1%有意な関係が認められた項目は、

- ・ Inorg.-N濃度と山林率が負の相関関係
- しか認められなかった。

2 畑地率の影響を回避させたため池水質と土地利用の関係

前項で単相関分析を行い、晴天時、降雨後でため池水

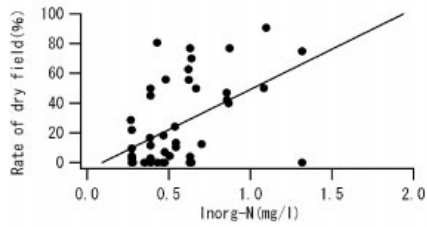


Fig.13 晴天時のInorg-N濃度と畑地率との関係
Relation between Inorg-N concentrations and dry field rate of catchment at fine weather

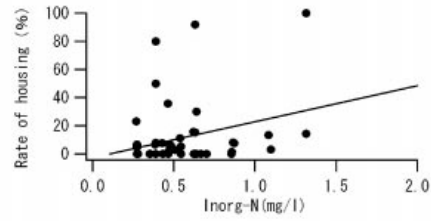


Fig.17 晴天時のInorg-N濃度と宅地率との関係
Relation between Inorg-N concentrations and housing rate of catchment at fine weather

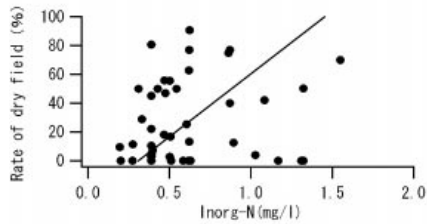


Fig.14 降雨後のInorg-N濃度と畑地率との関係
Relation between Inorg-N concentrations and dry field rate of catchment at rain weather

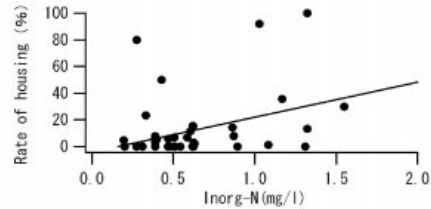


Fig.18 降雨後のInorg-N濃度と宅地率との関係
Relation between Inorg-N concentrations and housing rate of catchment at rain weather

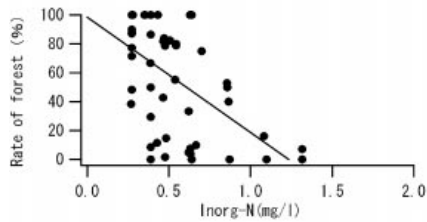


Fig.15 晴天時のInorg-N濃度と山林率との関係
Relation between Inorg-N concentrations and forest rate of catchment at fine weather

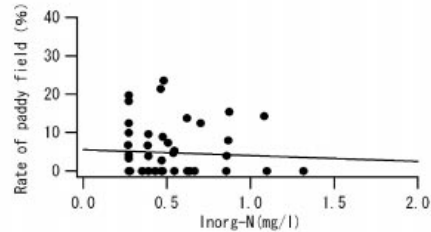


Fig.19 晴天時のInorg-N濃度と水田率との関係
Relation between Inorg-N concentrations and paddy field rate of catchment at fine weather

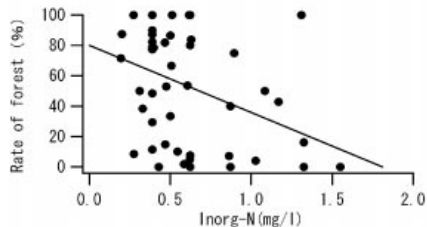


Fig.16 降雨後のInorg-N濃度と山林率との関係
Relation between Inorg-N concentrations and forest rate of catchment at rain weather

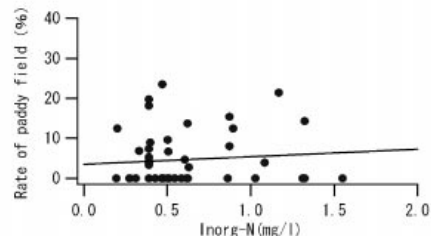


Fig.20 降雨後のInorg-N濃度と水田率との関係
Relation between Inorg-N concentrations and paddy field rate of catchment at rain weather

質と集水域の土地利用との関係を明らかにしたが、1% 有意な相関関係はわずかであった。

Tables3,4からはため池水質と集水域の土地利用との間に1%有意な関係があった土地利用は畑地率と山林率であったが、Fig.4、Fig.6から畑地率の度数分布に山林率より偏りが認められたため、Tables3,4では、畑地率と水質項目の相関関係が強調されたものと考え、畑地率と水質項目との相関関係の影響を緩和させるため、Fig.13、Fig.14から畑地率10%以下のため池に限定して、単相関分析を実施した。なお、閾値を10%とした理由は、対象ため池の中央値が10%であったためである。

Table5は晴天時(ため池数; n=24)、Table6は降雨後(n=22)の集水域畑地率10%以下のため池に限定した、た

め池水質と集水域の土地利用との相関関係をみたものである。

晴天時では、1%有意な関係は、

- ・ Inorg-N濃度と宅地率が正の相関関係、
 - ・ PO₄-P濃度と水田率が正の相関関係、
- で認められた。

Inorg-N濃度と宅地率が高い正の相関関係を示した理由としては、住宅地等から発生する生活雑排水が流入したためにInorg-N濃度が高くなったものと推察される。

PO₄-P濃度と水田率が高い正の相関関係を示した要因として、水田に施肥した栄養塩類が流入した等の影響があったものと考えられた。

降雨後で1%有意な関係が認められた項目は、

Table 3 晴天時の各項目の相関関係
Correlation as fine

	水田率	畑地率	山林率	宅地率
PO ₄ -P	0.26	0.02	-0.11	0.08
Inorg.-N	-0.06	0.51**	-0.56**	0.30*
COD	0.05	-0.34*	0.39**	-0.18

*は5%有意 **は1%有意

Table 4 降雨後の各項目の相関関係
Correlation as rain

	水田率	畑地率	山林率	宅地率
PO ₄ -P	0.16	-0.07	-0.11	0.12
Inorg.-N	0.09	0.20	-0.38**	0.37*
COD	0.04	-0.03	0.10	-0.18

*は5%有意 **は1%有意

Table 5 晴天時の集水域畑地率10%以下の相関関係
Correlation less than 10% of Farmland ratio as fine

	水田率	畑地率	山林率	宅地率
PO ₄ -P	0.54**	-0.07	-0.19	0.13
Inorg.-N	-0.19	-0.13	-0.60**	0.76**
COD	0.33	-0.06	0.25	-0.24

*は5%有意 **は1%有意

Table 6 降雨後の集水域畑地率10%以下の相関関係
Correlation less than 10% of upland ratio as rain

	水田率	畑地率	山林率	宅地率
PO ₄ -P	0.21	0.09	-0.27	0.12
Inorg.-N	0.02	-0.29	-0.54**	0.68**
COD	0.18	-0.10	0.24	-0.22

*は5%有意 **は1%有意

・ Inorg.-N濃度と宅地率が正の相関関係、であった。

このように、集水域畑地率の低いため池では、晴天時、降雨後ともInorg.-N濃度と宅地率との関係が、晴天時でPO₄-P濃度と水田率との関係が顕在化した。

3 窒素濃度と集水域の土地利用との関係

晴天時、降雨後に区分して、単相関分析からため池水質と集水域の土地利用との関係を検討した結果、各土地利用とInorg.-N濃度が相関関係を有している項目が多いことがわかった。そこで、Inorg.-N濃度形成に対する土地利用の影響を解明するために晴天時と降雨後に分けて重回帰分析を実施した。

Inorg.-N濃度を被説明変数として設定し、集水域面積、宅地率、山林率、水田率、畑地率を説明変数として設定し重回帰分析を行ったが、山林率と畑地率の相関が-0.74であったため、多重共線性を避けるために、説明変

Table 7 晴天時における重回帰分析結果
Multiple linear regression analysis as fine

説明変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	被説明変数との単相関係数
宅地率	4.0×10^{-3}	0.30*	0.300
水田率	-4.0×10^{-3}	-0.12	-0.059
畑地率	3.0×10^{-3}	0.48**	0.514

重相関係数：0.65* 決定係数：0.42

*は5%水準で有意 **は1%水準で有意

Table 8 降雨後における重回帰分析結果
Multiple linear regression analysis as rain

説明変数	偏回帰係数	標準偏回帰係数	被説明変数との単相関係数
宅地率	5.0×10^{-3}	0.39**	0.377
水田率	3.0×10^{-3}	0.06	0.110
畑地率	2.0×10^{-3}	0.16	0.202

重相関係数：0.52* 決定係数：0.27

*は5%水準で有意 **は1%水準で有意

数を集水域面積、宅地率、水田率、畑地率として改めて重回帰分析を行った。

Table7に晴天時のデータを用いた重回帰分析の結果を示す。F検定の結果得られた重回帰式は1%水準で有意である。4変数で全変動の42%の表現にとどまったが重相関係数は0.65であった。畑地率が0.48と最高でありInorg.-N濃度を表現する場合に最も重要な説明要因であることが明らかになった。

Table8に降雨後のデータを用いた重回帰分析を行った結果を示す。F検定の結果、重回帰式は1%水準で有意であった。4変数で全変動の27%の表現で重相関係数は0.52であった。各説明変数は宅地率で0.39と最高であり、降雨後ではInorg.-N濃度を表現する場合に宅地率が最も重要な説明要因であることが示唆された。

重回帰分析を行った結果、晴天時は畑地率が、降雨後は宅地率がInorg.-N濃度を説明する際に最も重要な説明要因であることが判明した。なお、その他の水質指標(pH、導電率、濁度、COD、PO₄-P)を被説明変数にして同様に重回帰分析を行ったが5%水準の有意さはいずれも認められなかった。

以上からも集水域の土地利用と最も関係する水質項目は、窒素項目であることが確認できた。

4 降雨による影響を考慮したため池水質と集水域の土地利用との関係

晴天時と降雨後に区分して、単相関分析を行った結果、以下の関係が明らかになった。

晴天時のみ1%水準で有意な関係

- ・ 山林率とCOD濃度が正の相関関係
 - ・ 水田率と $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が正の相関関係
 - ・ 畑地率とInorg.-N濃度が正の相関関係
- 降雨後のみ1%水準で有意な関係
- ・ なし

晴天時と降雨後とも1%水準で有意な関係

- ・ 宅地率とInorg.-N濃度が正の相関関係
- ・ 山林率とInorg.-N濃度が負の相関関係

以上から、晴天時のみ1%水準で有意な関係が認められた項目の土地利用はすべて、農地や山林といった汚濁負荷源が面源であることが明らかになった。また、いずれも正の相関関係であった。よって、晴天時には、集水域の畑地や水田からの汚濁物質の流入に注意を払う必要があることが示唆された。

晴天時、降雨後とも1%水準で有意な関係が認められた項目では、宅地率は汚濁負荷源が点源であり、山林率は面源であるが、宅地率とInorg.-N濃度が正の相関関係を有したことは、汚濁負荷源が点源である場合は天候に関わらず、下流域への影響が生じることが示唆された。また、山林率とInorg.-N濃度が負の相関関係を有したことは、山林からの汚濁物質の排出負荷量は一般的に小さいことがこの要因として考えられる。

結 言

本研究は都市近郊に位置するため池を対象に、ため池の流域内の土地利用の違いがため池の水質環境に及ぼす影響について降雨の有無を考慮して検討を加えた。集水域の土地利用とため池の水質環境との関連性を検討した結果、かがい期の短期間とはいえ、Inorg.-N濃度が土地利用の相違によって、その濃度に大きく影響を受ける水質項目であることがわかった。そこで、重回帰分析によってInorg.-N形成に及ぼす集水域内の土地利用の影響をみたところ、Inorg.-N濃度を表現する最も重要な説明変数は晴天時では畑地率、降雨後は宅地率であった。COD濃度や $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、晴天時は集水域の土地利用との相関関係が見られたが、降雨後で有意な相関関係が

なくなることが確認できた。そこで、降雨による影響を考慮してため池集水域の土地利用と水質項目との関係を見ると、宅地率は天候に拘らずInorg.-N濃度と有意な関係を有しているのに対して、山林率や水田率、畑地率とCOD濃度や $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度、Inorg.-N濃度のような水質項目の間には晴天時のみ、有意な相関関係が認められたように、面源負荷源からの水質汚濁と点源負荷源からの水質汚濁では天候によって、ため池の水質に及ぼす影響に差が生じることが示唆された

参 考 文 献

- 1) 堀田清美 (1997) : 合流式下水道の雨天時越流対策, 月間下水道, 20 (9), 60-64
- 2) 一ノ瀬友博, 片岡美和 (2003) : 兵庫県北淡町の農村地域における小規模ため池群の水質と水位変動パターンについて, 農村計画論文集, 5, 1-5
- 3) 糟谷真宏, 加藤保, 濱田玲子, 永田敬子, 木野勝敏, 豊田一郎 (1989) : 多変量解析法を用いた尾張東部地域のため池の水質解析, 愛知農総試験報, 21, 121-130
- 4) 守田秀則, 森下一男 (1999) : 市町村レベルにおけるため池の類型化手法に関する研究-溜池整備計画のための類型化-, 農村計画論文集, 133-138
- 5) 長坂貞郎, 堀野治彦, 渡辺紹裕, 丸山利輔 (1998) : 農業用ため池の水質実態と主成分分析による評価, 農土論集, 194, 125-131
- 6) 中曽根英雄, 黒田久雄, 渡辺政子, 田淵俊雄 (1998) : ため池の窒素・リン濃度と集水域の土地利用, 水環境学会誌, 21 (2), 83-87
- 7) 高橋順二, 白谷栄作, 吉永育生 (1999) : 我が国の農業用ため池特性と水質の関係について, 農土論集, 199, 107-118
- 8) 戸田任重, 松本英一, 宮崎龍雄, 芝野和夫, 川島博之 (1994) : 灌漑用溜池における硝酸態窒素の消失, 日本土壌肥料学会誌, 65, 266-273
- 9) つくば市 (1995) : つくば市ため池台帳

Relationship between water quality of irrigation ponds and land use during the irrigation period in Tsukuba, Japan

HIROSE Yuichi, ISHIDA Kenji and MINETA Takuya

Summary

This study aimed to elucidate the relationship between the water quality of irrigation ponds and land use ratio of the catchment of ponds in Tsukuba City located in the suburban region of Tokyo. The land use for the catchment was shown as the paddy ratio, the dry field ratio, the housing ratio and the forest ratio. The numerical values of a correlation matrix were used to examine the relationship between water quality and land use of the irrigation pond catchments. During fine weather, positive correlations were significant at a 1% probability for the density of inorganic nitrogen (Inorg-N) in the dry field ratio and the housing ratio. The correlation was significantly negative at a 1% probability for the density of Inorg-N in the forest ratio. However, the correlation between the dry field ratio and Inorg-N was not significant the day before rainfall. Therefore, the land use ratio as related to Inorg-N was examined by multiple linear regression analysis. Results revealed the dry field ratio was the most important factor during fine weather and the housing ratio the most important during rainy weather.

Keywords : irrigation-ponds, water quality, land-use, multiple linear regression analysis