

長良川流域での全窒素・全リン流出負荷量に及ぼす 人間活動状況の影響評価

岐阜大学大学院工学研究科 学生員 〇田中雅彦・都築克紀・山内幸雄・野村一保
岐阜大学流域環境研究センター 正員 篠田成郎・湯浅 晶

1. 緒言

流域内における汚濁負荷流出量を土地利用種別割合を用いて推定することは、多くの研究で行われているが、土地利用種別割合のみでは産業構造や農業規模の相違が表現できないため限界が存在する。そこで本研究では、長良川全流域を対象とした現地観測を通じて、河川水中の全窒素および全リン負荷量の流出が、土地利用種別割合および人間活動状況とどのように関連するのかを多変量解析を用いて明らかにすることを目的としている。

2. 観測地点と観測結果

図-1 は、現地観測の対象流域と観測地点を示したものである。対象流域は長良川のほぼ全流域約 2000km²であり、現地観測は 1997 年には上流域において 6 回、1998 年には全流域において 3 回実施した。図中には、支川上の測点 (計 23 地点) を□印と数字で示しており、こうした地点を集水点とする集水域界および集水域を太線およびハッチングで示してある。また○印と英字で示すものが本川上の測点である。また、観測日当日の降水量などの気象データは△印で示される気象台雨量観測所におけるデータを使用するものとする。本研究では、集水域内の人間活動状況と水質との関連性を検討するため、測点同士の独立性が保たれる支川での観測結果を用いて解析を進める。図-2 は、観測を通じて得られた各支川観測地点における全窒素負荷量および全リン負荷量を示したものである。図中の×印および○印は、それぞれ観測結果および各測点における平均負荷量を示している。

3. 土地利用分布と人間活動状況

対象流域内の土地利用分布については、国土地理院発行の 1/10 細分区画土地利用データを用いた。このデータには 3 次メッシュの 1/10 サイズ (約 100m 四方) の代表的土地利用種別が記載されているため、このメッシュサイズを基本として以下の空間的諸量を整備した¹⁾。この土地利用データでは土地利用を 15 種類に区分しているが、本研究では水田、畑地、森林、建物およびその他の 5 種類の土地利用種別にまとめて扱った (図-3)。また土地利用の他に斜面勾配も流出特性を表すと考え、国土地理院発行の 50m メッシュ数値標高データよりその平均を算出した。流域内の人間活動状況として人口、下水道未処理人口、農業粗生産額、牛・豚頭数および工場排水量を考える。これらのデータは長良川ビジョンデータ²⁾に掲載されている小区画ごとの値を、各小集水域ごとに集計して算出した。また値が掲載されていない小集水域については、平成 7 年度国勢調査や岐阜県農林水産統計年報に掲載されている市町村別の値に基づき算出した。ただし、これらのデータをすべてのメッシュに一律に配すると、森林としてのメッシュに人口が配されたりするため家屋、厩舎、工場などの配置位置を考慮して各メッシュの値を算出した。

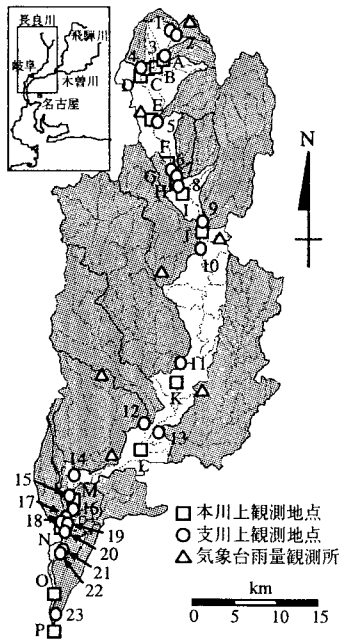


図-1 観測対象流域と観測地点

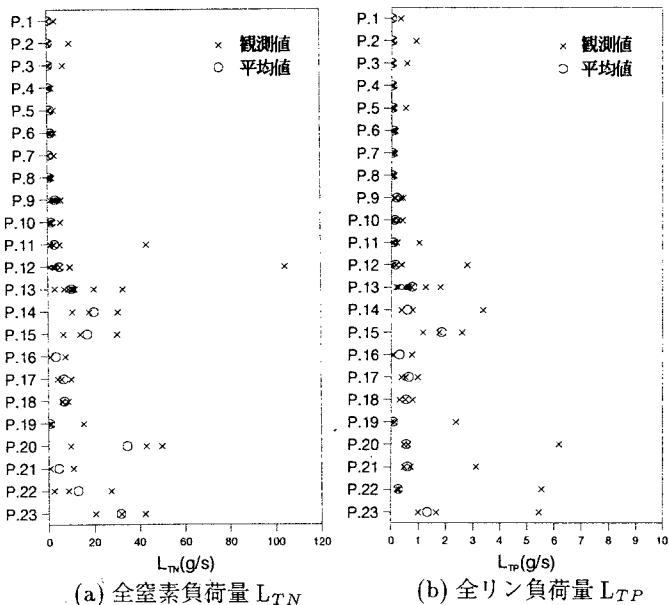


図-2 観測地点における観測結果

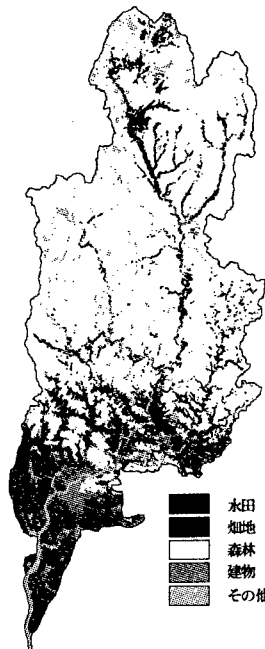


図-3 対象流域内土地利用分布

表-1 因子分析に基づく重回帰分析結果(標準化後)
(a) 全窒素比負荷

流況	観測日	面積割合		単位面積当たり					重相関係数
		畑地	建物	人口	農業粗生産額	牛・豚頭数	工場排水量	下水道未処理人口	
○	11-Oct-97			0.509	0.564		0.241		0.90
○	29-Oct-97				0.234	0.406		0.228	0.34
□	15-Nov-97			-0.163	0.848		0.438		0.72
■	28-Nov-97			-0.124	0.040		0.915		0.75
●	16-Dec-97			-0.023	0.162		0.685		0.46
□	15-Sep-98	0.265	0.448			0.313			0.51
□	29-Oct-98			0.018		0.749	0.528		0.84
●	19-Nov-98			-0.097		0.598	0.755		0.84
	平均			0.083		0.644	0.661		0.91

(b) 全リン比負荷

流況	観測日	面積割合		単位面積当たり					重相関係数
		畑地	建物	人口	農業粗生産額	牛・豚頭数	工場排水量	下水道未処理人口	
○	11-Oct-97			0.594	0.534		-0.236		0.82
○	29-Oct-97			0.249	0.013			-0.103	0.03
□	15-Nov-97			-0.116	0.891		0.053		0.73
■	28-Nov-97			-0.085	0.007		0.806		0.60
●	16-Dec-97			0.151	-0.101		-0.189		0.03
□	15-Sep-98	0.094		0.407		0.338			0.39
□	29-Oct-98			-0.033		-0.079	0.993		0.96
●	19-Nov-98			-0.054		0.234	0.892		0.81
	平均			0.012		0.295	0.895		0.89

表-2 土地利用種別面積割合を用いた
重回帰分析結果(標準化後)
(a) 全窒素比負荷

観測日	面積割合			重相関係数
	水田	畑地	建物	
11-Oct-97	0.108	0.528	0.770	0.84
29-Oct-97	0.657	0.176	-0.156	0.30
15-Nov-97	0.244	0.799	0.214	0.66
28-Nov-97	-0.269	-0.059	0.545	0.18
16-Dec-97	0.180	0.099	0.221	0.13
15-Sep-98	0.640	0.257	0.039	0.58
29-Oct-98	0.789	0.227	-0.289	0.42
19-Nov-98	0.266	0.329	0.115	0.29
平均	0.455	0.215	0.182	0.42

(b) 全リン比負荷

観測日	面積割合			重相関係数
	水田	畑地	建物	
11-Oct-97	0.418	0.578	0.379	0.67
29-Oct-97	0.681	0.019	-0.446	0.25
15-Nov-97	0.379	0.862	-0.025	0.71
28-Nov-97	-0.164	-0.021	0.444	0.13
16-Dec-97	0.725	-0.012	-0.590	0.31
15-Sep-98	0.717	0.064	0.014	0.55
29-Oct-98	0.288	0.327	0.060	0.26
19-Nov-98	0.410	0.252	0.048	0.30
平均	0.501	0.267	-0.019	0.35

流況 ■ 高水 ● 豊水 □ 平水 ○ 低水

4. 流出量と土地被覆特性量に関する多変量解析

上述の土地利用種別、平均斜面勾配および人間活動状況を土地被覆特性量と総称し、全窒素および全リンの流出負荷量との関係を多変量解析により検討する。まず、全窒素および全リン負荷量を集水域面積で除したもの(比負荷)と土地被覆特性量との相互関係を規定する因子数を主成分分析から決定する³⁾。各観測値および平均値のいずれの場合においても、第3主成分で累積寄与率が0.8を越えるため因子数を3とした。次に因子分析において特定の因子にのみ高い負荷量を示す変量をその因子を代表する変量として抽出を行う。

表-1 は、各観測値および平均値における全窒素および全リン比負荷を比説明変数として得られる3種類の抽出された土地被覆特性量に関する重回帰係数を標準化した結果である。観測日ごとの流況は様々ではあるが重回帰係数の全体的傾向として、単位面積当たりの工場排水量が全窒素および全リンの流出に大きく寄与していることが分かる。また上流域のみの解析結果においては単位面積当たり農業粗生産額が、全流域では単位面積当たり牛・豚頭数の寄与が大きくなっている。図-4 は平均値についての重回帰係数を用いた推定値と実測値を比較したものである。推定値と実測値の対応は良好であり抽出された人間活動状況による推定が十分可能である。表-2 は従来行われている土地利用種別のみから比負荷を推定した結果得られる重回帰係数を標準化したものである。いずれの土地利用種別においても一定の傾向を見いだすことができない。平均値についての重回帰係数を用いた推定値と実測値を比較したものが図-5 である。推定値と実測値の対応は良好ではなく土地利用種別のみからの推定は困難である。

5. 結語

以上、本研究では、人間活動状況を用いて全窒素および全リン比負荷を十分に表現できることを示せた。最後に、本研究が文部省科学研究費地球連携推進研究(1)(課題番号:11794029)の一部であることを付記する。

参考文献 1) 高坂宗和:長良川の水質に及ぼす流域内土地被覆状況の影響評価, 平成10年度岐阜大学大学院工学研究科修士論文, 1999.

2) 第1回「長良川ビジョン」日本一の清流」推進委員会資料, 1997.

3) 都築克紀・篠田成朗・間野耕司・佐藤嘉則・湯浅品:山地森林内渓流水中全窒素濃度に及ぼす土地被覆分布特性の影響評価, 環境システム研究, 26, pp.119-127, 1998.

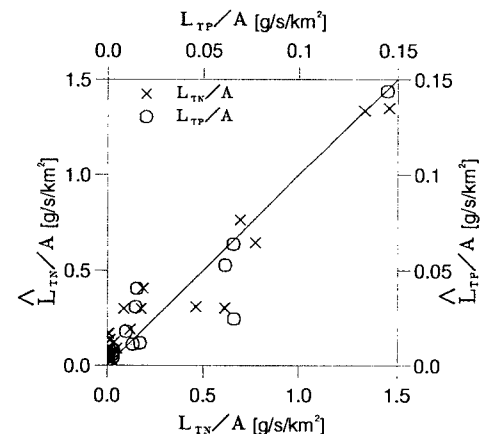


図-4 平均比負荷に関する実測値と因子分析に基づく重回帰推定結果との比較

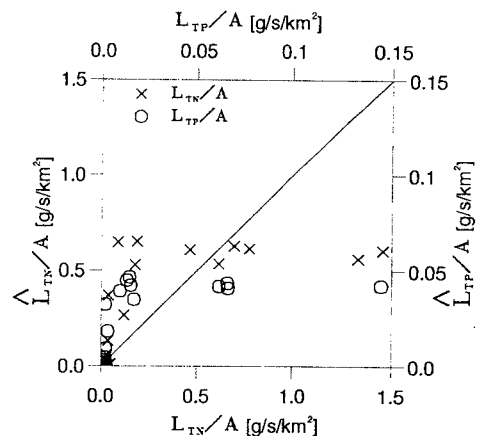


図-5 平均比負荷に関する実測値と土地利用種別面積割合を用いた重回帰推定結果との比較