

LANDSAT/TM 情報と人間活動情報を用いた 長良川流域内全窒素・全リン流出負荷量推定法

岐阜大学大学院工学研究科
岐阜大学工学部
岐阜大学流域環境研究センター

学生員
正員

○山内幸雄・都築克紀・田中雅彦・野村一保
渡辺美帆・下山耕輔
篠田成郎・湯浅 晶

1. 緒言

広い流域内での土地利用の変化や社会・経済活動の変化などをとらえることは、水量のみならず水質を含めた流出現象を支配している流域内土地被覆状態を客観的に評価するために、また流域全体の環境を良好な状態で保全・管理していくために重要な課題である。そのための有効な手法の一つとしてリモートセンシングデータの利用が挙げられる。本研究では、木曽川水系長良川を対象流域として LANDSAT/TM 情報を用いて土地利用分布を推定し、各種人間活動分布を作成するとともに現地観測より得られた河川水中の全窒素および全リン負荷量の流出が土地被覆状態とどのように関連するのかを、多変量解析から明らかにすることを目的としている。

2. 現地観測と土地利用分布推定

図-1 は、1997 年と 1998 年に実施した現地観測の対象流域と観測地点を示したものであり、長良川の源流（岐阜県郡上郡高鷲村）から長良大橋までの長良川流域である。本研究では、集水域内の土地被覆状況と水質との関連を検討するため、測点同士の独立性が保たれる支川データを用いて解析を進める。図-1 には、支川上の測点（計 21 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表してある。また、□印と英字で示すものが本川上での測点である。現地観測は、1997 年に観測地点 L より上流域の 25 地点において計 6 回、1998 年には図-1 中の全観測地点（35 地点）において計 3 回実施された。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 L_{TN} および全リン負荷量 L_{TP} を図-2 に示す。図中の×印および○印は、それぞれ観測結果および観測点における平均負荷流出量を示している。以下ではこれらの負荷流出量に対して解析を行う。なお、降水量などの気象データについては、図-1 中に△印で示される対象流域内に存在する気象台観測所のデータを使用するものとする。

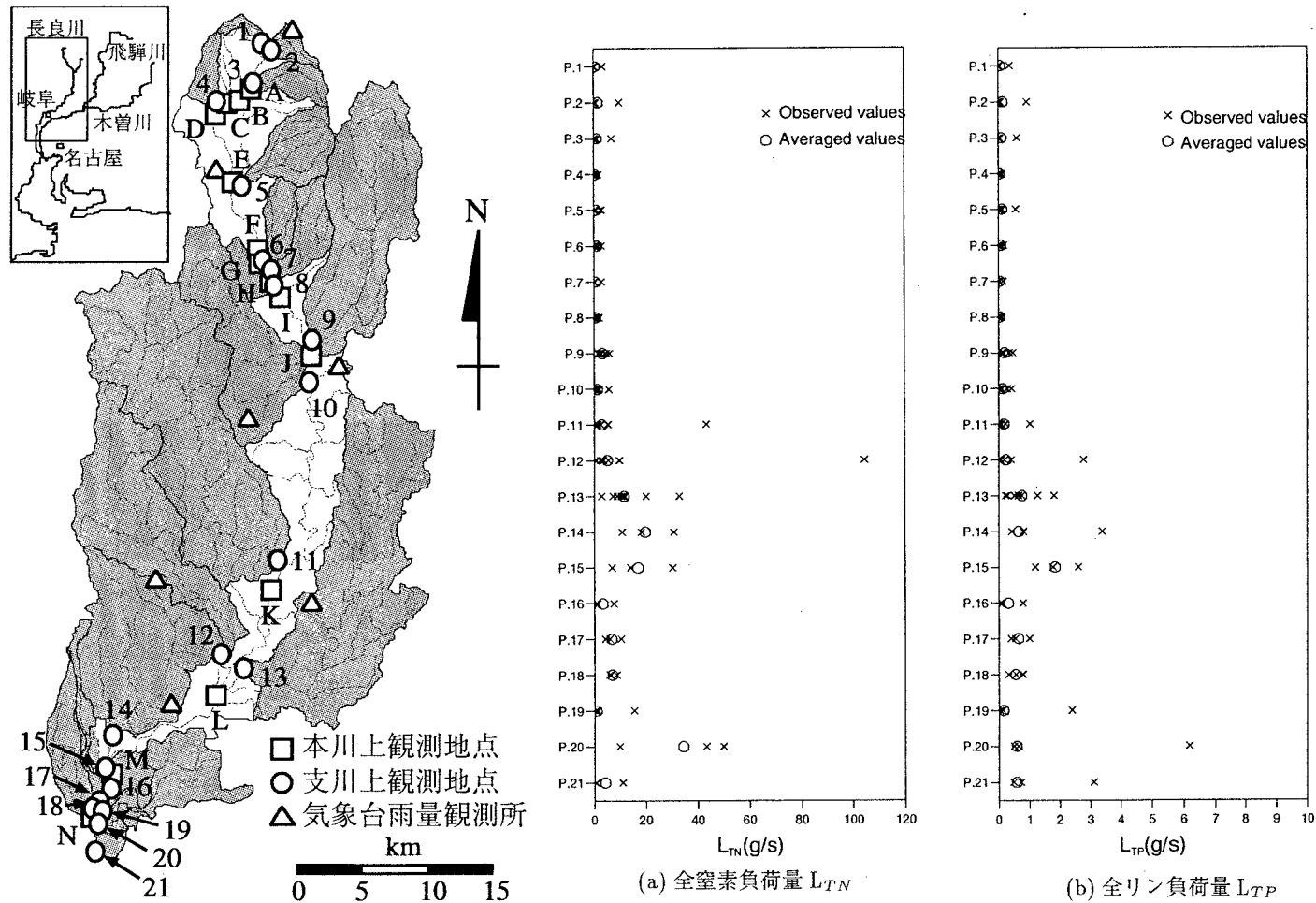


図-1 観測対象流域と観測地点

図-2 観測地点における観測結果

また、図-3 は 1997 年 10 月 21 日と 1998 年 3 月 30 日における LANDSAT/TM 画像を用いて土地利用分布を推定したものであり、その際、熱赤外のバンド 6 は他バンドに比べ解像度が低いため除外している。幾何補正には最近隣内挿法を用い、分類は ISODATA 法によるクラスタ分析により 40 クラスを 4 分類（森林、建物、耕地、河川）にした。

3. 流出量と土地被覆特性量に関する多変量解析

土地利用種別、平均斜面勾配および人間活動を表す土地被覆状態量を含めて便宜的に土地被覆特性量と総称し、これら諸量と全窒素と全リンの流出負荷量との関係を検討することにする。1)

まず、河川水中の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。一般に、因子分析では、因子数を決定するための基準として、主成分分析によって得られる累積寄与率が用いられるため、ここでは、変量の全変動の 8 割以上を表現できる（累積寄与率が 0.8 を超える）主成分の数を因子分析における因子数と扱うものとした。各観測データおよび平均値の解析結果においても、第 2・第 3 主成分までで初めて累積寄与率が 0.8 を上回っていることから、因子分析での因子数を 2・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捉えることができるため、こうした変量を代表変量として抽出を行った。各観測日および平均値における全窒素および全リン比負荷を被説明変数として得られる 2・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表-1 に示す。表中の重回帰係数は、各説明変数の影響の大きさを比較するために、説明変数および被説明変数を標準化した場合の結果である。これら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や全リンの流出に大きく寄与していることがわかる。また、上流域のみの解析結果においては、単位面積当たりの耕地および人口が、全流域では、森林の面積割合の寄与が大きくなっている。ただし耕地は農業粗生産額と正の高い相関を、また森林は農業粗生産額と負の高い相関を示しているので置き換えて考えることもできる。図-4 は、平均値についての重回帰係数を用いた時の推定値と実測値を比較したものである。推定値と実測値との対応は良好であり、この手法による土地利用分布の推定法により抽出された土地被覆特性量による推定が十分可能であると言える。

4. 結語

以上、本研究では、流域内の土地被覆状態量と全窒素および全リン負荷量の流出特性との関係を LANDSAT/TM 情報を用いて土地利用分布を推定することにより、各種人間活動分を布作成し、現地観測結果および様々な土地被覆情報に基づいた多変量解析により検討した。最後に、本研究が文部省科学研究費地域連携推進研究 (1)(課題番号：11794029) の一部であることを付記する。

参考文献 1) 篠田・都築・山内・高坂・田中・野村・湯浅：長良川流域内での全窒素・全リン流出特性に及ぼす土地被覆状態の影響評価，河川技術に関する論文集，vol.5 pp. 59-64，1999。

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				重回帰係数
		耕地	森林	建物	人口	農業粗生産額	工場排水量	下水道未処理人口	
○	11-Oct-97	0.464			0.683				0.81
○	29-Oct-97	0.087			0.329		-0.116		0.11
□	15-Nov-97	0.738			0.134				0.60
■	28-Nov-97	0.103			-0.144		0.929		0.76
●	16-Dec-97	0.204		-0.170			0.718		0.50
□	15-Sep-98		-0.540					0.176	0.46
□	29-Oct-98		-0.170				0.676		0.63
●	19-Nov-98		0.012				0.647		0.41
	平均		-0.108				0.786		0.74

(b) 全リン比負荷

流況	観測日	面積割合			単位面積当たり				重回帰係数
		耕地	森林	建物	人口	農業粗生産額	工場排水量	下水道未処理人口	
○	11-Oct-97		-0.525		0.472				0.65
○	29-Oct-97	-0.060			0.221		-0.376		0.11
□	15-Nov-97	0.809			0.000				0.65
■	28-Nov-97	0.145			-0.154		0.846		0.62
●	16-Dec-97	0.001		-0.268			-0.049		0.08
□	15-Sep-98				0.729	-0.021			0.51
□	29-Oct-98		0.174				0.931		0.69
●	19-Nov-98		0.117				0.971		0.81
	平均		0.056				0.951		0.84

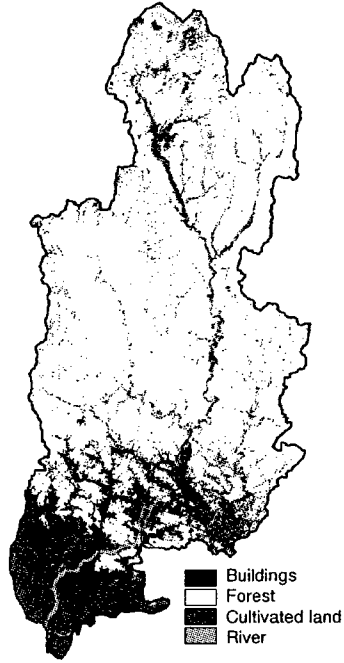


図-3 推定された流域内土地利用分布

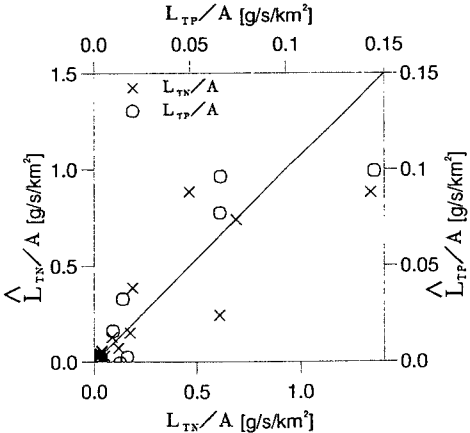


図-4 平均比負荷に関する実測値と因子分析に基づく重回帰推定結果との比較