

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23560481

研究課題名(和文) 衛星および地理情報データを用いた流域窒素循環評価システムの開発

研究課題名(英文) Evaluation of Total Nitrogen Load in the River Basins with RS and GIS Data

研究代表者

沖 一雄 (Kazuo, Oki)

東京大学・生産技術研究所・准教授

研究者番号：50292628

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：衛星データとGISデータを用いて、広域窒素循環モデルを開発した。さらに、このモデルを用いて、土地利用変化による流域の窒素循環への影響とリスク評価を行った。その結果、土地利用として、市街地からの影響が一番強く、次に畑地からの影響が強いことが示された。また、海域や湖に対する流域からの影響を評価した結果、市街地や農地の面積比率が高く、流域面積が大きい流域からの影響が大きいことが示された。ただし、流域面積が小さく市街地面積比率が高い都市河川流域においては、流域管理が他の流域と比較して重要であることが示された。

研究成果の概要(英文)：We first analyzed the relation between the land cover types estimated from monthly maximum Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) imagery calculated from satellite imagery and the annual total nitrogen load discharged from river basins. We found that the runoff load factor from urban areas is higher than those of forested areas. We also found that the impacts of land cover such as plantation and field weed communities on the total nitrogen load of each river are higher than the impacts of other land cover types.

Finally, we evaluated the risk assessment of total nitrogen load impact on lakes and the sea through rivers from each basin. Also, we evaluated the state of river basins.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・システム工学

キーワード：リモートセンシング 土地利用 流域窒素循環モデル 流域環境評価

1. 研究開始当初の背景

人間活動および地球規模の気候変動が、自然生態系の持つ本来のバランスを攪乱し、地球温暖化、土地劣化、水汚染など様々な地球規模の環境問題を引き起こしたと指摘されている。人類の作り出した環境物質は、大気や河川湖沼を経由して、最終的には海洋に流れ込む。その結果、沿岸海域および湖沼にそれぞれの流域から窒素やリンなどが流れ込み、水中の植物栄養塩類の濃度が高まって、水中の栄養分が過剰となる現象（富栄養化現象）が各地で発生している。富栄養化は、藻類等の植物プランクトンの異常繁殖を引き起こし、特に夏季には赤潮やアオコと呼ばれる藻類の大量発生を引き起こす。これらは漁業に大きな影響を及ぼすばかりでなく、腐敗して悪臭をはなつため地域環境に与える影響も大きい。また、人間活動あるいは気候変動と、環境問題、およびその因果関係を定量的に評価することは、近年大きな国際関心を集めている最も重要な課題となっている。今後ますます増大する食糧需要、水需要に対処するためには、長期的、地球的な視点からより適切な土地・水利用を誘導するための方策を講じることが必要である。このため、ユネスコ政府間海洋学委員会 (UNESCO/IOC) 等により、海洋環境の変動予測や保全を目的とし、IGBP-LOICZ (国際地圏生物圏実験計画-陸海相互作用沿岸海洋計画) や GOOS-HOTO (全球海洋観測システム-海洋健康度モジュール) などの計画が策定されている。

2. 研究の目的

現在までに、流域評価のための各空間情報処理手法を開発してきたが、次のような課題が未だ残されている。(a) 流域の土地被覆変化をパラメータとした汚濁負荷量のシミュレーションにおいては、都市域を考慮する場合に面源 (各土地利用別) の情報に加えて、点源 (生活排水など) の汚濁負荷量原単位および流入汚濁負荷量の推定がさらに必要なため、流域の各種環境情報 (人口、流域の地形、地質など) を GIS により整備し、流域管理モデルを作成する必要がある。さらに、(b) 今後予想される人間活動 (土地変動) が流域環境負荷変動に及ぼす影響を明らかにさせることが期待されている。具体的には、流域における詳細なデータとモデルを用いて、人間活動に伴う土地利用による流域の窒素循環への影響とリスク評価を行い、河川湖沼海洋での汚染の発生要因を解明し、生態系を持続させるための人間活動のあり方を提案する必要がある。

以上の課題を実行するために、本研究では、衛星および GIS データを用いて地域から日本全域レベルを対象とした流域窒素循環モデルの開発をおこなう。さらに、そのモデルを活用し今後予想される土地利用による流域の窒素循環への影響とリスク評価をおこ

ない、流域における人間活動のあり方を提案する。なお、本研究は夏季において藻類の異常繁殖により地域環境に大きな影響をもたらしている茨城県霞ヶ浦流域を提案する空間情報処理手法の検証サイトとして考え、その知見を、さらに日本全域に役立たせる。

3. 研究の方法

(1) 流域における各種環境情報のデータベース化、モデル検証のための各河川の水質調査、土地被覆分布の作成を行い、流域窒素循環モデル開発を実施する。具体的には、① 流域における各種環境情報のデータベース化において、霞ヶ浦流域における面源および点源の汚濁負荷量原単位および流入汚濁負荷量算出のため、流域の各種環境情報 (人口、流域の地形など) を収集し、GIS (地理情報システム) によりデータベース化をおこなう。② モデル検証のための各河川の水質調査においては、霞ヶ浦に流れ込んでいる各河川の水質 (窒素) および流量を現場で測定し、さらに過去において各自自治体が観測したこれらのデータを集める。また、日本全域の汚濁負荷量マップ作成のために日本全域を対象として各自自治体が観測した各河川の水質データも集める。そして③ 土地被覆分布の作成においては、既に研究代表者により開発されている衛星リモートセンシング画像データを使用した分類手法により過去 20 年間の変化を考慮した霞ヶ浦流域の土地被覆分布を作成する。さらに、日本全域の土地被覆分布を評価するために広範囲観測に適した衛星データを収集する。そして、収集された衛星データを用いて日本全域における過去 20 年間の土地被覆分布図も作成する。

(2) 得られたデータを用いて解析を行い、広域窒素負荷に関する水質プロセスとその影響の全容を把握するために、土地利用による生態系への影響が予測できる窒素循環モデル開発を試みる。

(3) 収集されたデータと開発したモデルを用いて、人間活動に伴うと考えられる土地利用による流域の窒素循環への影響とリスク評価を行い、河川湖沼海洋での汚染の発生要因を解明し、生態系を持続させるための人間活動のあり方を提案する。

4. 研究成果

(1) 霞ヶ浦流域と日本全域における土地被覆図を作成した。図 1 には、一例として、1984年から2005年における日本全域における土地被覆図を示す。図 1 から市街地が拡大している様子が分かる。

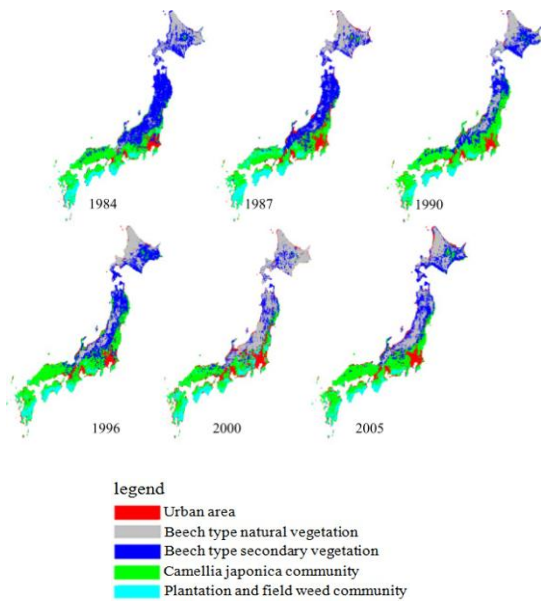


図1：日本全域の土地被覆図

(2) 図2と図3にそれぞれ霞ヶ浦流域と日本全域において得られた衛星データとGISデータを用いて解析をおこない、広域窒素負荷に関する水質プロセスとその影響の全容を把握し、土地利用による生態系への影響が予測できる窒素循環モデルについて示した。

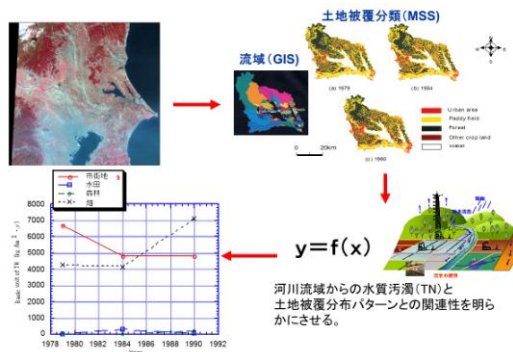


図2：霞ヶ浦流域における窒素循環モデル

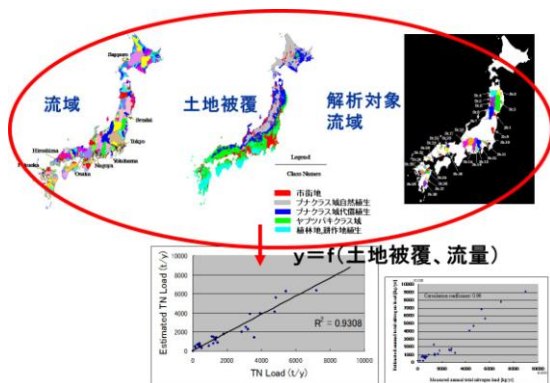


図3：日本全域における窒素循環モデル

図2及び図3のそれぞれのモデルは検証の結果、流域から流出している窒素負荷量を推定していることが示された。

(3) 図4に各土地被覆から流出される窒素負荷量の原単位を示す。図4から市街地と畑地が他の土地被覆よりも大きいことが示された。

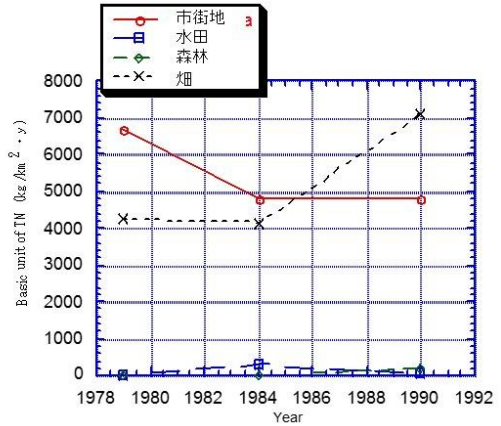


図4：各土地被覆から窒素負荷原単位

また、提案したモデルを用いることにより、図5に示すように日本における流域（ここでは、例として7流域）の各土地被覆から流出する窒素負荷量を評価できるようにした。

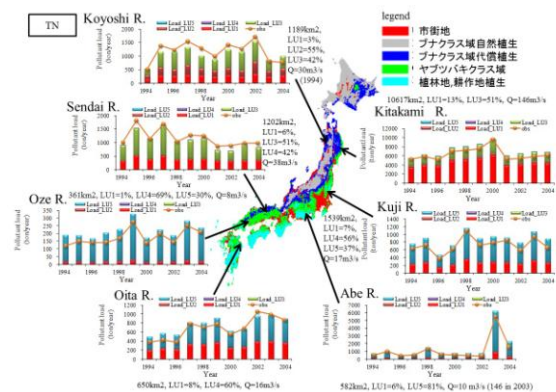


図5：各土地被覆から流出する窒素負荷量

(4) 図6の左図は、日本全域の各流域から海域に流れ込む窒素負荷量の大きさを示している。この図よりどの流域から海域へ大きな負荷を与えているかが分かる。ただし、一般的に流域面積が大きいほど影響が大きいといえる。一方、右図は、その流域面積の大きさによる影響を無くし標準化した図である。この図から、流域における市街地面積比率が高い都市河川が相対的に流域管理の必要性が高いことがいえる。

これらの二つの図を毎年更新し、国や地方自治体等に配布することにより汚染の発生要因を解明し、生態系を持続させるための人

間活動のあり方を提案できるといえる。

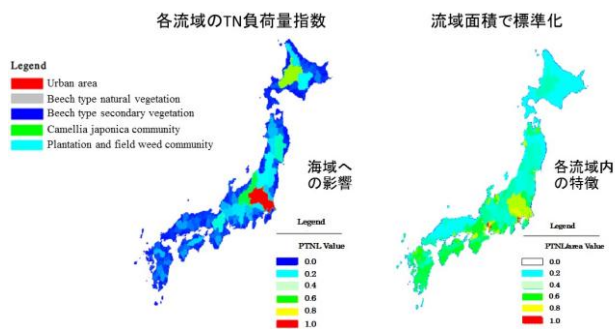


図6：各流域から流出する窒素負荷量評価

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

Kohei Hshimoto, Kazuo Oki, Estimation of discharges at river mouth with MODIS image, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 査読有, Vol. 21, 2012, 276-281.

梯滋郎, 中村晋一郎, 沖大幹, 沖一雄, 日本の水害常襲地の分布とその特性. 水工学論文集, 査読有, 2014, 第 58 巻.

〔学会発表〕(計 3 件)

Kazuo Oki, Kohei Hashimoto, Jiro Kakehashi, Panya Polsan, Shinichiro Nakamura, Daisuke Komori, and Taikan Oki, Estimation of River Discharges with Remotely Sensed Imagery, Proceedings of the 32nd Asian Conference on Remote Sensing, October 2011, Taipei, Taiwan.

Kohei Hashimoto, Kazuo Oki, Estimation of River Discharges with MODIS Images IGARSS2011, July 2011, Vancouver, Canada.

Kazuo Oki, Effectiveness of Band Ratio for Chlorophyll Concentration, 35th Reses Symposium 2013, August 2013, Harunako, Gunma.

〔図書〕(計 2 件)

沖一雄, GIS NEXT, ネクストパブリッシング, GIS との付き合い, 空間情報の未来へ, 2013, 2

Kazuo Oki, B. He, and T. Oki, Environmental Remote Sensing and System Analysis (Ni-Bin Chang, ed.) CRC Press, Mapping potential annual pollutant loads in river basins using remotely sensed imagery, 2012, 21

〔産業財産権〕
○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

沖 一雄 (Oki Kazuo)

東京大学・生産技術研究所・准教授

研究者番号：50292628