

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 26 日現在

機関番号：24201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650605

研究課題名(和文)水質悪化時期を含む近過去の環境復元手法の開発

研究課題名(英文)Preliminary Study to Reconstruct the History of Water Quality Change of Recent Past

研究代表者

倉茂 好匡(Kurashige, Yoshimasa)

滋賀県立大学・環境科学部・教授

研究者番号：20241383

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：彦根市北川の河口域堆積物の柱状コアサンプルより、落葉の葉脈等の集積層を指標として年層判読を行う技術を開発した。これにより、過去19年間にわたる年層を誤差3年で同定できた。それより過去については、その堆積速度や土砂のかく乱程度と河床工事履歴を比較することで、ある程度の復元に成功した。一方、各年層に吸着していた化学物質(たとえば全リン)濃度を、この河川で彦根市が計測していた河川水質データと比較したところ、良好な相関関係を認めなかった。土砂に吸着して堆積した化学物質が、その後に移動するプロセスを解明しないと、過去の水質を復元するには至らないことが判明した。

研究成果の概要(英文)：The river mouth of Kitagawa Brook is normally stagnant because it is easily closed by sand and gravel transported by littoral currents of Biwa Lake, Japan. A new urban area exists in the basin and sewerage works were constructed in the early 1990s, so contaminated water with a bad odour had flowed into the brook before the sewerage works. To reduce the smell, the river mouth was excavated to narrow the channel in the early 1980s. Thus, river-bed sediment after this excavation only occurs at the river mouth. From the upper 24 cm of a sediment core, we found 19 strata of leaves which were supplied from deciduous trees in autumn. We also found several gravel layers which were supplied from the lake during severe storms. The combination of veins and gravel layers were reconstructed for about 20 years of sediment records with an error of two to three years.

研究分野：地形学

キーワード：河川堆積物 柱状試料 年層 環境復元 湛水域

1. 研究開始当初の背景

滋賀県彦根市を流れる北川流域では、1970年代に宅地開発がなされたが、この下水道整備は1990年代後半までなされていない。すなわち、1990年代に水質の劇的改善がなされた河川である。

一方、このような水質変化が過去にあった河川において、水質分析記録が必ずしもあるとは限らない。そのような場合、堆積物に吸着している化学物質の分析を行えば、過去の水質環境復元に寄与できると考えられるが、この種の研究事例は見当たらない。

2. 研究の目的

かつて水質環境が悪化していた時代に着眼し、その時代の河川水質環境を河床堆積物に対する化学的分析手法により復元する方法を開発することにチャレンジする。本研究を行うのに好適と考えられる彦根市北川の河口域の堆積物を用い、まずその柱状試料から年層発見に努める。そのうち、堆積物に吸着している化学物質の分析を行い、過去の水質変化を反映している物質の発見に努める。

このような研究を行うため、滋賀県彦根市を流れる北川河口域に着目した。北川河口域は後述するように湛水環境になりやすい。しかも、この流域には1970年代後半から1980年代にかけて大規模な宅地開発がなされた。一方、この地域の下水道網整備は1990年代中ごろになってやっと手が付けられた。すなわち、1990年代半ばまでは生活雑排水が直接流入し、水質が悪化していた。それが、下水道網整備の進行とともに水質改善がなされた。この急激な水質変化が、研究着手時点の約15年前という近い過去に生じた。このため、この急激な水質変化の記録が、当該水域の堆積物に吸着している化学物質濃度として残存していると考えた。しかも、北川では彦根市により水質調査が1984年より月1回の頻度でなされている。この水質分析記録と、堆積物に吸着した化学物質濃度データとを比較することが可能である。

3. 研究の方法

(1) 堆積物柱状試料の採取と年層発見

北川は琵琶湖に流入する小河川である。北川河口域はその河口部が閉塞されやすい環境にあるため、湛水状態にある。ここから堆積物柱状試料を採取し、そこから年層を発見することに努める。

(2) 堆積物に吸着した化学物質の分析

年層を発見できる見通しがたった段階で、各層準の堆積物に吸着している化学物質の分析を行う。この結果と、彦根市が北川でおこなっている水質分析結果とを比較し、水質変化を記録している化学物質の発見に努める。

4. 研究成果

(1) 堆積物柱状試料からの年層判読

地域住民への聞き取り調査の結果、北川河口域では1981年に人工的に流路を狭めて蛇行化させる人工改変が行われたことが判明した。その後の航空写真から、1981年以降には改変を受けていない地点を探し出し、ここで柱状試料を採取した。すなわち、ここには1981年から現在までの堆積物が確実に残っていると判断できる。

2012年10月下旬に採取した柱状試料を実験室に持ち帰り、これを半割したのち、この断面を22倍のルーペを用いて詳細に観察した。また、この当時は「砂質堆積物の中に、代掻き期に圃場より流出した泥が挟在している」との仮説をもっていたため、堆積物から層準5mmごとに堆積物を取ってスミアスライドを作成し、生物顕微鏡を用いて観察した。

スミアスライド観察の結果、肉眼目視で砂礫層と判断できる層を除くすべての層準で、有機物混じりの泥であることが判明した。これらの層準には砂質は認められなかった。

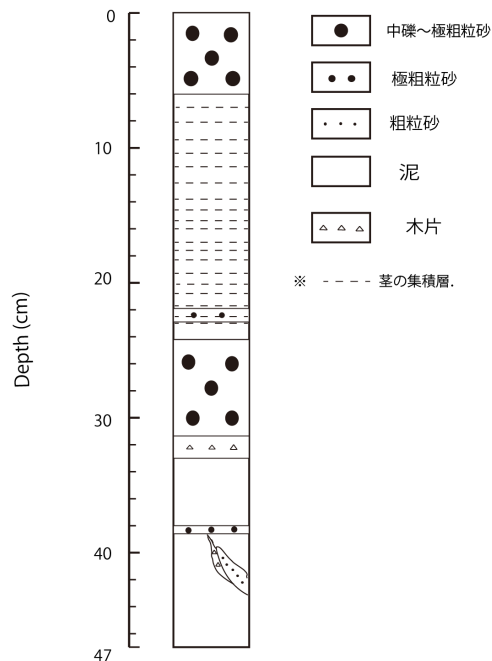


図1. 北川河口域の堆積物柱状試料の柱状図

肉眼目視および27倍ルーペでの観察結果に基づいて作成した柱状断面図を図1に示す。上端より0~6cmのところと24~31cmのところには礫層を認めた。それ以外の部分のほとんどは泥の層であった。また、6~23cmのところには葉の茎や葉脈の集積している層準を全部で19枚認めた。

まず、最上部の礫層を構成している礫の供給源について検討した。堆積物試料中礫の扁平度の平均は1.93、標準偏差は0.54だった。一方、湖浜礫の扁平度の平均は2.04、標準偏差は0.55だった。この両者間に有意差は認められなかった(Mann-Whitney U検定)。このことより、堆積物柱状試料中の礫は湖岸より供給されたものと判断した。

北川は琵琶湖に北西向きに流入している。したがって、強い北西風により琵琶湖面に強い風波が形成されたとき、湖岸礫が北川河口内に供給される。そこで、気象庁のデータベースを利用し、1981年以降で平均風速が15 m/sを超える北西風が生じたイベントを検索した。その結果、2012年10月8日、2009年10月8日、1990年9月20日の3事象がこれに相当した。一方、国土交通省琵琶湖事務所の琵琶湖水位データによると、2012年および1990年の事象のときには琵琶湖水位はその平均よりそれぞれ0.72 mおよび0.44 m高かったのに対し、2009年の事象では平均より0.38 m低かった。以上のことより、柱状試料最上部の礫層は、試料採取直前の2012年10月8日に堆積したもの、また24~31 cmの礫層は1990年9月20日に堆積したものと判断した。

次に茎・葉脈集積層について考察する。北川河口域での目視観察の結果、この河床は11月末に落葉で覆われた。この落葉は、翌年の4月末まで目視確認できた。ところが、4月末から5月中旬の代掻き期以降は、河床表面は泥で覆われ、落葉を目視確認できなくなった。この観察事実から、北川河口域の泥質堆積物のほとんどは代掻き期に周囲の圃場からもたらされたものであり、そこに挟まれた茎・葉脈集積層は、各年の11月に供給された落葉を起源としたものであると判断した。

柱状試料最上層の礫層は2012年10月に堆積したものであるから、その直下位の茎・葉脈集積層は2011年11月に堆積したものと判断する。また、全部で19枚の茎・葉脈集積層があるので、最下位(23 cm深)のものは1993年11月のものであることになる。一方、24 cm以深の礫層は1990年9月の堆積物である。すなわち、この層準の堆積年代を誤差3年で認定できたことになる。

(2) 堆積物に吸着した化学物質

北川では、彦根市によってその水質分析が1984年より毎月1回の頻度で行われている。したがって、堆積物に吸着した化学物質から過去の水質環境復元の可否を検討するためには、彦根市による水質分析結果の年平均値と、堆積物吸着物質濃度との比較検討を行うのが適当である。

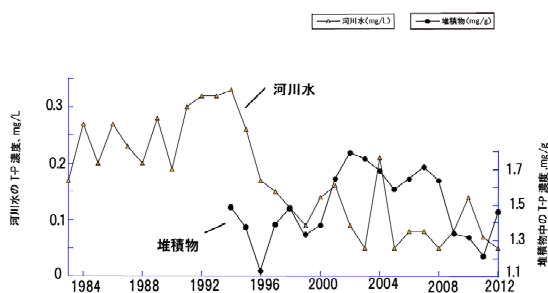


図2. 北川河川水中の全リン濃度と、堆積物に吸着した全リン濃度の比較。

その一例として、河川水の全リン濃度の年平均値と、堆積物に吸着していた全リン濃度を比較した。これを図2に示す。

北川河川水の全リン濃度は、1983年から1988年にかけて、0.25 mg/L程度から0.10 mg/L程度に低下した。一方、堆積物に吸着した全リン濃度は、この時期に増加する傾向を示した。また、両者の間に有意な相関は認められなかった。

前述のように、堆積年代には3年の誤差が存在する。しかし、この誤差を考慮しても両者間には有意な相関を認めることはできなかった。その原因は、2001年以降の河川水全リン濃度変化傾向と堆積物吸着全リン濃度変化傾向に調和的傾向がみられないことにある。すなわち、堆積物に吸着している化学物質は、そのときの水質を1対1に表すものではないことを示唆する。堆積物に吸着した化学物質が、その後堆積物内部で移動しているためと考えられ、このメカニズムを解明しない限り、堆積物吸着化学物質濃度から過去の水質環境復元することは困難であると考えられる。

なお、全リン以外の吸着化学物質濃度は、全リンのものと調和的な変化傾向を示しているため、前述のメカニズム研究により新たな復元方法を開発できる可能性は否定できない。また、現在も特に重金属等に着目し、堆積物に吸着している化学物質の分析につとめ、水質変化に調和的な化学物質を発見するように努めているが、未だその発見には至っていない。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

Kurashige, Y., Nakano, T., Kasubuchi, E., Maruo, M. and Domitsu, H. (2014) Annual layers in river-bed sediment of a stagnant river-mouth area of the Kitagawa Brook, Central Japan. IAHS Publ., 367, 251-257.

〔学会発表〕(計3件)

倉茂好匡、中野利昭、丸尾雅啓、堂満華子：彦根市北川河口域堆積物を用いた近過去復元の試み。日本地形学連合2014年秋季大会。

Kurashige, Y., Nakano, T., Kasubuchi, E., Maruo, M. and Domitsu, H. ICCE2014, Sediment Dynamics from the Summit to the Sea, New Orleans, USA.

Kurashige, Y., Maruo, M. and Domitsu, H. Preliminary study to reconstruct the history of water quality from chemistry of sediment at a stagnant river-mouth area. VI Congreso

Argentino de Cuaternario y
Geomorfología, Ushuaia, Argentina.

〔図書〕(計0件)

〔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

倉茂好匡 (KURASHIGE, Yoshimasa)

滋賀県立大学・環境科学部・教授

研究者番号：20241383

(2) 研究分担者

丸尾雅啓 (MARUO, Masahiro)

滋賀県立大学・環境科学部・准教授

研究者番号：80275156