

非線形確率モデルを用いた日降水量時系列のモデル化 Simulation of daily precipitation time series using a new stochastic model

五味 千絵子^{1*}, 立浪勢津子¹, 葛葉泰久¹
Chieko Gomi^{1*}, TACHINAMI, Setsuko¹, KUZUHA, Yasuhisa¹

¹ 三重大学大学院生物資源学研究科

¹ Graduate School of Bioresources, Mie University

雲や雨, 地震の滑り量などの地球科学的な場 (field) は fractal, multifractal でモデル化できる。我々は fractal モデルの一つである非整数ブラウン運動 (fractional Brownian motion, 以降は fBm と呼ぶ), または非整数 Levy 運動 (同様に fLm) を用いて気象官署 51 地点の日降水量時系列データ (R) の再現を試みた。その結果, [1] R の偏差 (R_{delta} : 毎日の日降水量平年値からの偏差) に対してスペクトル解析を行った結果, fBm, fLm などの fractal モデルが適応できないことがわかった (つまり, パワースペクトルの分布が条件を満たさない)。そのため, 著者らは fBm や fLm と類似の構成法を持つが, いわゆるパワー則に従わない, 新しい filter (e-model と称す) を定義し, 以降の解析を行った。また, [2] fBm や fLm にしろ, 我々の手法にしる, シミュレーションの手法は, 「ホワイトノイズ (乱数) を発生させ, filter にホワイトノイズを通して日降水量を得る」というものなのだが, filter として e-model を用いる我々の方法について, R_{delta} 生成のために, ホワイトノイズ (乱数) として適当なのは, 正規乱数ではなく Levy 乱数であることが分かった。そのため, [3] ホワイトノイズ (Levy 乱数) を e-model で filtering して用いて気象官署の 51 地点の日降水量時系列データ (R') をシミュレーション的に生成させた結果, R' と R の時系列的な性質がほぼ等しいことが分かった。しかしながら, [4] R' には負となる値が存在する。この値をゼロ (無降水) と定義し (R'' と呼ぶ), この偏差 (R''_{delta}) について改めてスペクトル解析を行った。その結果, R''_{delta} のパワースペクトルは R_{delta} のそれとほぼ等しいことがわかった。結論として, e-model で表せる filter に Levy 乱数を通すことで, 日降水量時系列データを再現できることが分かった。

キーワード: 確率モデル, Levy 乱数, e-model, 日降水量時系列, シミュレーション, フィルター

Keywords: stochastic model, Levy random number, e-model, daily precipitation time series, simulation, filtering

日本の河川における PCO₂ の相対評価とその要因の研究 Comparative validation of the PCO₂ rates in Japanese rivers and its controls

大谷 壮矢^{1*}, 川幡穂高², 牛江裕行², 東賢吾¹, 真中卓也¹, 篠塚恵³

Souya Otani^{1*}, KAWAHATA, Hodaka², USHIE, Hiroyuki², HIGASHI, Kengo¹, MANAKA, Takuya¹, SHINOZUKA, Megumi³

¹ 東京大学大学院理学系研究科, ² 東京大学大気海洋研究所, ³ 東京大学大学院新領域創成科学研究科

¹Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, ²Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ³Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo

Previous studies showed that total carbon rates are mainly controlled only by chemical weathering and soil respiration, and therefore, PCO₂ within the river water is also characterized by these parameters. This fact is confirmed by numerous studies in a local scale, but when standing on a more macro perspective, study results are still limited. Defining the behaviors of the PCO₂ within the river waters can lead to the understanding of the role of rivers within the global carbon cycle, which, moreover, can be essential in predicting future behaviors. Based on the hydrochemical dataset by Kobayashi (1960) and the further datasets of Kobayashi (Harashima et al., 2006), the PCO₂ of the Japanese river water were mapped. Then, through a comparison with various presumable parameters, we determined the controlling factors of the PCO₂ system.

As a general result, it can be said that (1) Japanese rivers' carbon dioxide are generally supersaturated with respect to the atmosphere, with an average of 3,300 μatm as its partial pressure. (2) The Japanese river PCO₂ is mainly controlled by soil respiration, as far as we stand on a short term time scale. (3) Especially, Hokkaido, Kinki area, and the Kyushu area showed high partial pressure rates in average. (4) It is highly possible that alluvial plains, marsh areas, and volcanic areas is related to raising the PCO₂ rates of the river water. Further studies to confirm these results are expected.

キーワード: 炭素循環, 日本河川, 陸水, PCO₂

Keywords: Carbon cycle, Japanese rivers, Land water, PCO₂

多積雪地域尾瀬高層湿原のALOS/PALSARデータを用いた水環境モニタリングの試み

A pilot study based on ALOS/PALSAR for Hydrological monitoring of snowy highland Oze marsh

伊藤夏希¹, 久田泰広¹, 祖父江 真一², 小川 佳子¹, 平田 成¹, 出村 裕英^{1*}

Natsuki Ito¹, Yasuhiro Hisada¹, shinichi sobue², Yoshiko Ogawa¹, Naru Hirata¹, Hirohide Demura^{1*}

¹ 会津大学, ² 宇宙航空研究開発機構

¹The University of Aizu, ²JAXA

多積雪地域の高層湿原は、冬季の立ち入りが困難であることから、水環境の年間を通じたモニタリングはほとんどなされていない。今回、年平均2 mを超える積雪がある尾瀬湿原に注目し、Lバンド合成開口レーダーの一種であるALOS(だいち)搭載PALSARのデータプロダクトを2006年7月から2011年4月まで解析した。その結果、厚い積雪層を透過した下部に広く水が浸潤した領域が存在する可能性が示され、その分布が時間とともに変化することが分かった。積雪層の下に凍結していない水体があることは一部の研究者から指摘されていたが、分布とその変化を明らかにしたのは本研究が初めてである。融雪期よりも厳寒期の方が浸潤度合いが大きいことから、この水体の起源は融雪によるものではなく積雪による荷重で泥炭層から絞り出された水と考えている。

キーワード: 尾瀬, 水環境, PALSAR, リモートセンシング, 雪氷, 泥炭

Keywords: Oze, Hydrological Environment, PALSAR, Remote Sensing, Snow and Ice, peat

Time Series Analysis to Determine the Aquifer Properties of a Fractured Aquifer Time Series Analysis to Determine the Aquifer Properties of a Fractured Aquifer

Wiki Li^{1*}, Chuen-Fa Ni¹

Wiki Li^{1*}, Chuen-Fa Ni¹

¹Graduate Institute of Applied Geology, National Central University, Taiwan

¹Graduate Institute of Applied Geology, National Central University, Taiwan

This study demonstrates a time series analyze method in the research well site near You-luo stream in Shinchu County, Taiwan. The rainfall, river stage, and well water table records from January 2010 to August 2012 were used for analyzing the aquifer properties, such as the hydraulic conductivity. Considering an aquifer nearby a stream, the input stress (far field rainfall) causes a rising of the water level in the stream. Wells with different distances from the stream will obtain the water table variations after the raising of water levels in the stream. The aquifer parameters can then be estimated by the time difference of the response between stream and the wells. This method were verified succeed with employed FEMWATER simulation model. Preliminary results show that the hydraulic conductivity in the well field is 2973 m/day. The scale effect may be the reason for the four times higher value than that in previous investigation.

キーワード: Time Series Analysis, Aquifer Properties, scale effect

Keywords: Time Series Analysis, Aquifer Properties, scale effect

地下流水音を用いた浅層地下水位の簡易推定法

Simple estimation method of shallow groundwater level with groundwater aeration sound

河合 隆行^{1*}, 多田泰之², 塩崎 一郎³, 齊藤 忠臣⁴, 森井俊広⁵, 鈴木哲也⁵

Takayuki KAWAI^{1*}, TADA, Yasuyuki², SHIOZAKI, Ichiro³, SAITO, Tadaomi⁴, MORII, Toshihiro⁵, SUZUKI, Tetsuya⁵

¹ 新潟大学 災害・復興科学研究所, ² 森林総合研究所, ³ 鳥取大学大学院 工学研究科, ⁴ 鳥取大学 農学部, ⁵ 新潟大学 農学部

¹Natural Hazards and Disaster Recovery Research Institute, Niigata University, ²Forestry and Forest Products Research Institute, ³Graduate School of Engineering, Tottori University, ⁴Faculty of Agriculture, Tottori University, ⁵Faculty of Agriculture, Niigata University

1. はじめに

地域の水文現象を把握する際、地下水位データは非常に重要な要素であり、重要測定項目の一つとなっている。一方、地下水位の計測には観測井設置や物理探査などの比較的大がかりな作業が必要であるため、データの取得には苦労をすることが多い。また、これらの測定作業そのものが制限される、あるいは困難である地域も多く存在する。そこで本研究では、斜面防災の分野で開発された地下流水音測定法を用いて、地表面から地下水位を簡易に推定する手法の開発を目的とする。

2. 研究方法

2-1 地下流水音

地下流水音とは、地下水が流動する際に飽和 - 不飽和境界面で発生する弾性波のことである。この弾性波は、飽和水の移動に伴い、不飽和部の間隙空気が移動し間隙水膜を破ることによって発生する。

2-2 地下流水音測定装置と測定方法

地下流水音の測定に用いる装置は、以下の三つで構成されている。1. ピックアップ：振動を捉えるセンサ部。2. 測定部：ピックアップで捉えた地下流水音を増幅する増幅回路、風等の雑音を遮断するフィルター回路、地下流水音の音圧を指示するレベルメータからなる。フィルター回路ではピックアップで捕らえた流水音のうち特定の周波数帯の音のみを取り出し、野外で発生する雑音に柔軟に対応できる。3. ヘッドホン：増幅率、周波数帯が調整された地下流水音をリアルタイムで出力する。この地下流水音測定装置は全重量が 0.9 kg と非常に軽量であり、携帯性・作業性に優れている。

測定は一人で行い、測線上を一定間隔で聴音する。測定の際には風音防除のため 0.8 × 12 cm のステンレス棒をピックアップの先端に取り付け、これを地面に差し込み弾性波を捉える。

2-3 地下水位 - 地下流水音の校正式

地下水位 - 地下流水音の校正式を作成するため、鳥取大学・乾燥地研究センター内の実験用砂丘にて、地下水位と地下流水音のデータを取得した。地下水位の測定には、既存の 15 本の観測井を用い、観測井と同地点にて地下流水音を測定した。なお、砂丘は地質条件が均一であり、かつ、地形面に起伏があることから地下水位の変化にも富んでおり、地下流水音探査の試行に最適である。

2-4 フィールドにおける測線計測

国立公園特別保護区および天然記念物である鳥取砂丘内に 450m の測線を設け、約 3m 間隔での地下流水音の測定を行った。得られたデータに 2-3 で得られた校正式をあてはめ、地下水位の推定を行った。また、地下水位の推定精度を確認するため、ハンドオーガーによる簡易掘削を行い、地下水位を確認した。なお、これらの調査にあたっては環境省の許可を得た。

3. 結果と考察

15 本の観測井における地下水位は、0.5 - 10.3 m の範囲であり、音圧は 18.5 - 6.0 (無次元) であった。地下水位が深いほど音圧が小さく、地下水位が浅いほど音圧が大きかった。また、両者の関係は対数的であり、対数近似した場合、決定係数は 0.85 であった。このことから、地下流水音を用いて、高精度で地下水位を推定できることが示された。

鳥取砂丘での測線調査の結果、地下流水音は 16.9 - 25.7 であった。また、簡易掘削の結果、地下水面は地表面下 0.2 - 2.8 m に存在していた。地下流水音の結果から推定した地下水面は、傾向として実地下水面の形状と一致した。また、その推定誤差も平均で 1.48 m であり、地下流水音を用いることで m 単位での地下水位の推定が可能であることが明らかになった。

キーワード: 地下流水音, 地下水探査, 浅層地下水, 鳥取砂丘

Keywords: Groundwater aeration sound, Groundwater exploration, Shallow groundwater, Tottori sand dune

堆積岩からなる山地源流域における地形的流域界を越えた地下水流動 Groundwater flow across divide in a headwater catchment underlain by sedimentary rocks

堀内 宣栄^{1*}, 辻村 真貴², 恩田 裕一², 川口 晋平¹, 若林 森彦³
Yoshiei Horiuchi^{1*}, Maki Tsujimura², Yuichi Onda², Shimpei Kawaguchi¹, Morihiko Wakabayashi³

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科, ² 筑波大学生命環境系, ³ 筑波大学
¹Grad. Sch. Life Env. Sci., Univ. Tsukuba, ²Faculty, Life Env. Sci., Univ. Tsukuba, ³Univ. Tsukuba

砂岩やチャートなどの堆積岩からなる山地源流域において、地形上の流域界を越えた地下水流動を検討することを目的として、栃木県佐野市にある東京農工大学唐沢山演習林の10地点の湧水地点と、12地点の渓流水地点において、2011年5月から2013年の期間による計9回、現地において採水と流量観測を行うとともに、この内、湧水・渓流水の6地点を対象に、水位モニタリングを行った。採水試料については、無機溶存成分濃度、CFCs濃度、水素・酸素安定同位体比分析を行った。

砂岩流域における湧水・渓流水の比流量は、チャート流域におけるそれと比較し、とくに高水期において高い傾向が見られた。また、Hewlett and Hibbert (1967)の方法により算出した降雨時の直接流出率は、砂岩流域において高く、チャート流域において低い傾向がみられ、一方低水期の基底流量はチャート流域において高く、砂岩流域において低かった。砂岩地域の湧水・渓流水の Na^+ 、および SiO_2 濃度はチャート流域に比べ高い傾向が見られた。さらに、砂岩流域において高水期に滞留時間が長い傾向が見られた。

以上の結果を考慮すると、砂岩およびチャート流域における動水勾配が、高水期と低水期において逆転することにより、両流域の流出特性の違いが生じ、地形面上の流域界を越えた流動をもたらしていると示唆された。

キーワード: 山地源流域, 砂岩, チャート, 比流量, 直接流出率, CFCs

Keywords: Headwater catchment, Sandstone, Chert, Specific discharge, Quick flow ratio, CFCs

甲府深成岩体周辺に分布する非火山性温泉の形成機構 Hydrochemistry of non-volcanic hot springs around the Kofu plutonic complex

谷口 無我^{1*}, 村松 容一², 千葉 仁³, 奥村 文章⁴, 大場 武⁵, 穴澤 活郎¹

YAGUCHI, Muga^{1*}, MURAMATSU, Yoichi², CHIBA, Hitoshi³, OKUMURA, Fumiaki⁴, OHBA, Takeshi⁵, ANAZAWA, Katsuro¹

¹ 東京大・新領域, ² 東理大・理工, ³ 岡山大・理, ⁴ 石油資源開発・技研, ⁵ 東海大・理

¹ Gra.Shc., The Univ.tokyo, ² Fac.Sci.and Tech., Tokyo Univ.Sci., ³ Fac.Sci., Okayama Univ., ⁴ Japex, ⁵ Fac.Sci., Tokai Univ.

1. 目的

我が国において温泉は地域振興や福祉など重要な役割を果たしている。近年、掘削技術の進歩や新たな需要の増加等に伴ってこれまで温泉資源に恵まれなかった非火山地域での温泉開発が盛んに行われてきた。本研究で対象とした甲府盆地北東部から南東部にかけて発達する花崗岩地帯周辺には、古くから川浦温泉や塩山温泉などの温泉地が知られていたが(伴, 1895)、近年深度 1000m を越えるような掘削温泉が複数開発されている。温泉の新規掘削や既存源泉の保護には、降水の涵養機構や温泉水の泉質形成機構を解明することが不可欠である。そこで本研究では、当該地域の非火山性温泉水を採取し分析するとともに、水-鉱物相互作用の化学平衡論による検証を実施し、温泉水の起源、涵養機構、泉質形成機構を考察することを目的とした。

2. 方法

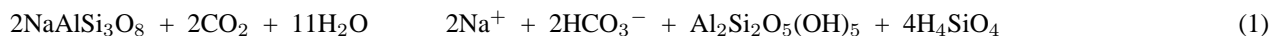
掘削深度 0~1500m の温泉水を全 13 か所で採水し、採水現場で泉温、電気伝導度、pH を測定した。さらに現地では聞き取り調査を実施し掘削井戸構造図などのデータを得た。主要陽陰イオンの分析にはイオンクロマトグラフ法、SiO₂ はモリブデン黄法、Fe は原子吸光法、HCO₃⁻ 濃度は容量法による pH4.8 アルカリ度から算出した。水素、酸素、硫黄同位体組成 (D, ¹⁸O, ³⁴S) 分析には安定同位体比質量分析計を使用した。

3. 結果と考察

温泉水の温度は 18.8~42.5、pH は 7.3~10.2 の範囲であり、泉質は Na-HCO₃ 型 (9 か所)、Na-SO₄ 型 (3 か所)、Na-HCO₃・SO₄・Cl 型 (1 か所) に属した。

温泉水の D, ¹⁸O 値は、 $D = 8 \cdot ^{18}O + 10$ で示される世界の天水線 (Craig, 1961) 上にあり、温泉水の起源は降水であることを示唆した。降水の ¹⁸O 値の高度効果を利用して温泉水の涵養標高を見積もると、いずれの温泉水も標高 1000m 程度以上で涵養されていると推定され、奥秩父山脈を主とした高標高地で涵養された降水が地下へ浸透し、盆地側へ移流することによって当該温泉水が形成されたと考えられる。

温泉水の泉質は大部分が Na-HCO₃ 型に属すること、またいずれも花崗岩地域に分布する温泉水であることから、花崗岩の構成鉱物の中でも主要かつ比較的溶解しやすい、斜長石の風化による泉質形成を検討した。温泉水に含まれる化学成分のうち海水起源の成分量を差し引いた値を値とすると、殆どの温泉水が $Na^+ = HCO_3^-$ に沿って分布している。これらの温泉水のカオリナイトに対する飽和指数を計算した結果、この鉱物に対してほぼ飽和状態であることから、地下へ浸透した降水は花崗岩と接触し流動する過程で、次式に示す Na に富む斜長石の風化を進行させ、Na⁺ と HCO₃⁻ に富む泉質を形成したと考えられる。



甲府深成岩体を構成する花崗岩類は、広範囲にわたって磁化率に基づいて磁鉄鉱系、チタン鉄鉱系の区別がなされている (Shimizu, 1986)。本研究で対象とした温泉水の硫酸態硫黄の ³⁴S 値は、磁鉄鉱系の花崗岩領域に位置する温泉水で +1.7~+10.0‰ と比較的高く、チタン鉄鉱系の花崗岩領域の温泉水では -8.8~-4.6‰ と低い値を示した。この ³⁴S 値の高低の傾向は、Sasaki and Ishihara (1979) が報告した磁鉄鉱系およびチタン鉄鉱系花崗岩中の ³⁴S 値の傾向に整合的であり、当該温泉水は温泉地近傍の花崗岩の ³⁴S 値を反映している可能性が示唆された。

キーワード: 甲府深成岩体, 非火山性温泉, 水質, 起源, 涵養機構, 泉質形成

Keywords: kofu plutonic complex, non-volcanic hot spring, chemical composition, genesis, recharge mechanisms, water-rock interaction

浅間火山山麓から湧出した沢の水質変化 Seasonal change in water chemistry of stream on Asama volcano

勝田 長貴^{1*}, 服部真衣¹, 内藤さゆり¹, 村上 拓馬², 川上 紳一¹

Nagayoshi Katsuta^{1*}, Mai Hattori¹, Sayuri Naito¹, Takuma Murakami², Shin-ichi Kawakami¹

¹ 岐阜大学教育学部, ² 金沢大学環日本海域環境研究センター

¹Faculty of Education, Gifu University, ²Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

浅間火山は、日本列島における活動的な火山のひとつであり、山体とその周辺には多くの湧泉が存在する。このうち、火口南方を源泉とする沢の河床には、方解石を主体とする縞状堆積物が沈積している。我々は、この堆積物の形成メカニズムを解明するために、源泉から下流 5 km に 7 つの臨時観測点を設けて、沢の水質変化ならびに河床沈殿物の縞の成長のモニタリングを行っている。

湧泉水（標高約 1490 m）は、鉄（60-70 ppm）と溶存 CO₂（約 40 matm）に富む鉄(II)-炭酸水素塩泉であり、水質（pH 5.8-5.9、水温 12-13）ならびに溶存成分は年間を通じてほぼ一定に推移する。源泉から約 500 m 下った河床には、非晶質の鉄水酸化物が沈積するが、水の化学成分に変化は見られない。縞状堆積物が沈積する場合は、河川水中の遡行調査により、源泉（標高約 1490 m）から 700 m 下った地点（標高約 1490 m）から標高 990 m の約 4 km に及んでいる。そこでの水の SI c は年間を通じて過飽和度（0.5 以上）を示し、pH も約 8 まで上昇する。これらのことから、こうした方解石の沈殿作用は、溶存 CO₂ の脱ガスとそれによる pH の上昇による方解石に対して過飽和な水質環境になったためと考えられる。

顕微鏡下においては、半自形の方解石（長軸約 0.8 mm）から明色層と、方解石の微粒子（約 0.1mm）と鉄水酸化物の暗色層が発達しており、これらのことは SI c の結果と整合する。また、明色層が夏季に、暗色層は冬季に堆積物の最表層に分布する。一方、Ca イオン濃度（平均約 60 mg/L）は、冬季に対して夏季に約 20% 減少する。この減少は、方解石の沈殿により、Ca イオンが除去されたことによる。また、冬季に比べて夏季に水の Ca イオンが低下することは、縞の観察結果とする。このことから、堆積物に見られた縞構造は年層であると見なされる。

キーワード: 浅間火山, 沢, 堆積物, 水の化学成分, 方解石

Keywords: Asama volcano, stream, sediment, water chemistry, calcite

カメルーン, ニオス・マヌーン湖の化学的成層構造 Chemical structure of Lakes Nyos and Monoun, Cameroon

大場 武^{1*}, 佐々木 由香¹, 日下部 実³, 吉田 裕⁴, 上田 晃³, 穴澤 活郎⁵, 金子 克哉⁶, 宮縁 育夫⁷, Issa Issa¹, F. アカ², F. ウイルソン², G. タニレケ², J.V. ヘル²

Takeshi Ohba^{1*}, Yuka Sasaki¹, Minoru Kusakabe³, Yutaka Yoshida⁴, Akira Ueda³, Katsuro Anazawa⁵, Katsuya Kaneko⁶, Yasuo Miyabuchi⁷, Issa Issa¹, F. Aka², F. Wilson², G. Tanyileke², J.V.Hell²

¹ 東海大学, ²IRGM, カメルーン, ³ 富山大学, ⁴ 吉田技術士事務所, ⁵ 東京大学, ⁶ 京都大学, ⁷ 熊本大学

¹Tokai Univ, ²IRGM, Cameroon, ³Toyama Univ, ⁴Yoshida Engineer Office, ⁵Univ Tokyo, ⁶Kyoto Univ, ⁷Kumamoto Univ

カメルーン共和国のニオス・マヌーン湖において1980年代に発生したCO₂ガスの爆発的放出(湖水爆発)は湖周辺の住民1800名の生命を奪った。湖水爆発の駆動力は湖水に溶存するCO₂ガスであった。湖水の化学組成と成層構造の起源を知ることは、湖水爆発の予知と予防の観点から重要である。

2011, 2012年の3月に両湖において湖水の採取を行った。溶存炭酸種の総量(tCO₂: CO₂aq+HCO₃⁻)は容量滴定で決定した。陽イオンは原子吸光分析器, 陰イオンはイオンクロマトグラフで定量した。湖水の温度, pH, 溶存酸素はCTDで現場観測した。

湖水の温度と化学組成により, ニオス湖には3層の領域が認められる。第一層は, -10mよりも浅い層で, 日射により温度が25Cに達する。第二層は-10~-70mの領域で, 温度は21.5~22Cであった。第三層は-70mよりも深い領域で, 温度は湖底(-210m)に向かって徐々に上昇する。表面に近い部分を除くと, 化学組成の深度プロファイルは温度プロファイルに相似している。ただし, FeとMnは例外で, 第一, 二層では濃度が低く第三層に入ると急激に濃度が上昇する。溶存酸素濃度は, 第一, 二層で2mg/Lより高く, 第三層では0.3mg/Lに低下し, 低酸素の環境となっている。

マヌーン湖では, 第一層は-10mよりも浅く, 日射で温度は25Cに達する。深度-10mから-50mの第二層では, 温度は19.5から20Cと均一である。深度-50mから-80mの第三層では, 温度は徐々に湖底に向け上昇する。深度-80mから-90mに第四層が認められ, 温度は22Cで均一である。第五層は-90mよりも深い領域で, 温度は湖底に向かい上昇する。ニオス湖の場合と同じく, 化学成分の深度プロファイルは, 温度のプロファイルに相似している。溶存酸素濃度は第一層で1mg/Lよりも高く, それよりも深い部分では0.2mg/Lよりも低い。

熱化学的な計算により, tCO₂とpHからCO₃⁻濃度を計算することが可能で, Fe濃度との積(Q)をFeCO₃の溶解度積(K)と比較することができる。ニオス湖では, 第一, 二層でFeCO₃に関し未飽和だが, 第三層で過飽和になっている。マヌーン湖では, -30mよりも深い領域で, 一貫して過飽和の状態にある。ニオス湖では脱ガスパイプにより深層湖水が湖面に放出されており, Fe(OH)₃の沈殿が発生し, 湖面は赤く染まっている。Fe(OH)₃の沈殿は, 湖水中を沈降し, 第三層の低酸素領域に入り, 還元溶解しFe²⁺濃度が上昇するのではないかと推定される。このために第三層以下の高いCO₃⁻濃度と相まってFeCO₃に関して過飽和の状態が形成されていると考えられる。

キーワード: 湖水, 化学組成, カメルーン, 二酸化炭素, 湖水爆発

Keywords: Lake water, Chemistry, Cameroon, CO₂, Limnic eruption

能登半島の熊木川における降雨時の溶存有機物の特徴と流出応答性 Characteristics and runoff responses of DOM during rainfall events in the Kumaki River in Noto Peninsula, Japan

鈴木 智代^{1*}, 長尾 誠也², 山本 政儀², 中村 浩二²
Tomoyo Suzuki^{1*}, Seiya Nagao², Masayoshi Yamamoto², Koji Nakamura²

¹ 金沢大学 自然科学研究科, ² 金沢大学 環日本海域環境研究センター

¹Graduate school of Natural Sciences & Technology, Kanazawa University, ²Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

【はじめに】

日本では近年、農村の後継者不足や里山の管理放棄等により、これまで循環的に維持されてきた農村・里山の自然が荒廃する問題が生じている。里山の植生管理は里山の物質循環に作用する重要な役割を担っており、里山つまり森林や耕地が放棄され自然が荒廃すると土壌の化学的性質や湧水の水質に影響を及ぼすという報告もある。このことは同時に森林から河川へ流出する有機物の濃度や構造特性が変化すると考えられる。沿岸域の生物生産には森林から流出する有機物、特に高分子有機酸の腐植物質が関与しているとの報告もあり、里山環境の変化によって沿岸域の環境が変化する可能性がある。里山の荒廃が沿岸域へ及ぼす影響を把握するためには、局所だけでなく流域スケールでの有機物の移行挙動を解明する必要がある。

本研究では、沿岸域の生物生産性が高くかつ里山放棄がみられる能登半島の熊木川に着目した。この里山放棄が及ぼす有機物の濃度・構造特性の変化や有機物の移行挙動を解明し、里山の荒廃が里海の生態系に与える影響を評価することを目的とする。本発表では2009年7月、2011年7月に採取した降雨イベント時の熊木川河川水の結果を用い、降雨時に流出する溶存有機物の濃度と構造特性、溶存有機物の流出応答性について報告する。

【試料採取および分析方法】

河川調査は2009年7月13日、2009年7月27日～28日、2011年7月7日～8日に七尾西湾流域河川の熊木川で行った。河川水は、人工林の管理放棄が目立つ熊木川上流、水田が広く分布する熊木川中流と熊木川下流で採取した。採取した試料はGF/Fフィルターでろ過し分析まで冷凍保存した。河川水試料は、溶存有機物の濃度・構造特性を明らかにするため、三次元蛍光スペクトル測定・高速液体サイズ排除クロマトグラフィーにより分析した。七尾西湾流域の降雨量・水位データは石川県河川総合情報システム(石川県土木部河川課)よりご提供いただいた。

【結果と考察】

2009年から2011年までの3回の調査日で最大時間降雨量・降雨継続時間が異なり、これに伴って水位変動も異なっていた。降雨量・水位、各濃度の変動を比較すると、降雨量と水位上昇の違いにより腐植様物質濃度は2倍～3倍異なる値を示すことが明らかになった。しかしながら、降雨による影響は以下のように共通の変動傾向を示した。

三次元蛍光スペクトル測定の結果、4つの腐植様物質ピーク(H1～H4; 励起波長 Ex. / 蛍光波長 Em.: 300～340/430～465nm)が見られた。降雨量・水位とDOC濃度、腐植様物質の相対蛍光強度(RFI)の変動を比較したところ、降雨ピーク時には腐植様物質濃度を反映するRFIが高い値で検出され、降雨量が減少し水位が低下するに従って、腐植様物質の濃度も減少していた。流出する腐植様物質の特徴を把握するため、腐植様物質の蛍光ピークに相当する検出波長(Ex. 320/Em. 430 nm)で高速液体サイズ排除クロマトグラフィー分析を行った。その結果、保持体積8.4 ml (Peak 1)と9.4 ml (Peak 2)、9.7 ml (Peak 3)にピークが得られた。降雨ピーク時は高分子分画の割合が大きく、水位低下とともに減少していた。これらのことから、降雨によって流出した画分の寄与が大きいかを示唆している。

加えて、定常時と降雨時に流出する腐植様物質の特徴の違いを把握するため、定常時と降雨時の蛍光スペクトルを比較した。定常時と降雨時ではスペクトル形状が異なっており、降雨時には比較的高波長側にピークが検出された。降雨数時間後には定常時と同様のスペクトル形状を示したことから、降雨時には高分子分画の腐植様物質がパルス的に流入し、水位ピーク後、定常時とほぼ同じ状態に戻ることが明らかとなった。クロマトグラムから得られた変動の大きいPeak 2とPeak 3の強度比を定常時と降雨時で比較したところ、定常時より約2倍高い値を示した。この結果から、降雨時には定常時より高分子分画の腐植様物質が流出していることが分かった。

キーワード: 能登半島, 溶存有機物, 腐植物質, 三次元蛍光スペクトル分析, HPSEC, 降雨イベント

Keywords: Noto Peninsula, DOM, Humic substances, 3-D EEM spectroscopy, HPSEC, Rainfall event

貯水池堆積物に基づく能登半島北部の流域環境変動の推定

Catchment environmental changes inferred from reservoir sediment in northern area of Noto Peninsula

落合 伸也^{1*}, 長尾 誠也¹, 米林 甲陽², 福山 泰治郎³, 山本 政儀¹, 柏谷 健二¹, 中村 浩二¹

Shinya Ochiai^{1*}, Seiya Nagao¹, YONEBAYASHI, Koyo², FUKUYAMA, Taijiro³, YAMAMOTO, Masayoshi¹, Kenji Kashiwaya¹, NAKAMURA, Koji¹

¹ 金沢大学 環日本海域環境研究センター, ² 石川県立大学 生物資源環境学部, ³ 信州大学 農学部

¹Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, ²Faculty of Bioresources and Environmental Sciences, Ishikawa Prefectural University, ³Faculty of Agriculture, Shinshu University

This study aims to reveal the sedimentation records and the transport processes of organic matter in the reservoir-catchment system in Noto Peninsula in the central Japan. This area confronts the catchment environmental changes (vegetation and land use changes, etc.) related to change in human activities (population decrease and ageing, etc.) expected to affect the material transport. In Nanao Area, the central part of Noto Peninsula, our previous study suggested that the discharge of organic matter from the catchment was influenced by the deforestation of broadleaf forest and the cedar plantation during 1970s. In this study, the reservoir with the different vegetation history was investigated.

Study site is a small reservoir Shin-ike located in the northern part of Noto peninsula. Surface sediment core (31 cm length) was collected from the reservoir using a HR type core sampler (Rigo, Japan) in October, 2009. The contents of total organic carbon (TOC) and total nitrogen (TN), carbon and nitrogen isotope ratios ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$), and grain size were analyzed for 1 cm interval. Vertical profiles of radionuclide activity concentration (^{210}Pb and ^{137}Cs) were also measured to estimate sedimentation rate and age of the core.

The present vegetation of the Shin-ike catchment mainly consists of broadleaf and pine tree forest. The cedar plantation is not significant in this site. The observation based on the aerial photos suggests that vegetation has developed and not disturbed since the small deforestation in 1960s.

The age of the core were estimated at about 90 years based on the ^{210}Pb method. The $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ of organic matter were constant from 1920s to 1950s. They decreased with some fluctuations since 1950s and then the $\delta^{15}\text{N}$ slightly increased since 1970s. These fluctuations may be attributed to the decreasing contribution of soil organic matter and the increasing contribution of plankton to reservoir sediment. These results suggest that the discharge of organic matter from the catchment has changed related to the vegetation development in the Shin-ike catchment since 1950s.

キーワード: 貯水池堆積物, 有機物, 炭素・窒素同位体比, 能登半島

Keywords: reservoir sediment, organic matter, carbon and nitrogen isotope ratios, Noto Peninsula

厚岸湖における陸起源粒子態有機物の移行と堆積状況

Transport and sedimentation of terrestrial particulate organic matter in Lake Akkeshi

長尾 誠也^{1*}, 関宰², 鈴木智代³, 落合伸也¹, 西村周作¹, 鎌内宏光⁴, 田中孝幸⁵, 荒巻能史⁶, 山本政儀¹

Seiya Nagao^{1*}, SEKI, Osamu², SUZUKI, Tomoyo³, OCHIAI, Shinya¹, NISHIMURA, Shusaku¹, KAMAUCHI, Hiromitsu⁴, TANAKA, Takayuki⁵, ARAMAKI, Takahumi⁶, YAMAMOTO, Masayoshi¹

¹ 金沢大学環日本海域環境研究センター, ² 北海道大学低温科学研究所, ³ 金沢大学大学院自然科学研究科, ⁴ 北海道大学厚岸臨海実験所, ⁵ 日本原子力研究開発機構, ⁶ 国立環境研究所

¹LLRL, INET, Kanazawa University, ²ILTS, Hokkaido University, ³Grad. School of NST, Kanazawa University, ⁴Akkeshi Mar. Station, Hokkaido University, ⁵Japan Atomic Energy Research Institute, ⁶National Inst. for Environmental Studies

河口域や沿岸域堆積物中の有機物の起源とそれらの堆積状況は地球規模での生物地球化学的サイクルを理解する上で重要である。この地域においては生物生産量が増加し、海洋起源有機物を堆積物へ供給する。そのため、表層堆積物の有機物の特徴は非常に複雑である。これらの有機物の起源推定のために、¹³C、C/N比、バイオマーカー等のパラメーターが用いられてきた。本研究の目的は、湿原域から沿岸域へ移行する陸起源有機物の移行挙動と堆積状況について炭素同位体比を用いて評価することにある。

観測は別寒辺牛低層湿原を流れる小河川の別寒辺牛川と厚岸湖で2004年から2011年まで実施し、河川懸濁粒子と厚岸湖表層堆積物を採取した。粒子態有機物の¹⁴C/¹²Cの測定は、1M塩酸で炭酸塩の除去を行った試料について、国立環境研究所と日本原子力研究開発機構の加速器質量分析計により行った。測定した値は¹⁴C=(((pMC/100)-1)×1000)として表した。また、¹³C/¹²Cの測定は、質量分析計により行い、¹³C値として表した。

別寒辺牛川河川水懸濁粒子の有機物の¹³C値は-29.1‰から-28.7‰であった。一方、¹⁴C値は春先の雪融け時期に-103‰、夏期と冬期には+9 ± 16‰と約100‰変動した。河口域表層堆積物では¹³C値と¹⁴C値ともに大きな変動を示した。表層堆積物の¹³C値は河口域の-27.3‰からその沖合の-21.5‰まで増加、¹⁴C値は-44‰から-157‰まで減少し、海洋起源有機物の寄与を示唆している。一方、厚岸湖表層堆積物の¹³C値は-20.0‰から-18.7‰、¹⁴C値は-168‰から-139‰とほぼ一定の値であった。これらの結果は、湿原域から供給された粒子態有機物は河口域付近の海域で堆積するが、大部分は厚岸湖から厚岸湾へ移行している可能性が示唆された。

キーワード: 河川水, 放射性炭素, 懸濁粒子, 沿岸域堆積物, 陸起源有機物, 陸域-海洋相互作用

Keywords: river water, radiocarbon, suspended solids, coastal marine sediments, terrestrial organic matter, land-ocean interaction