

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

¹Graduate 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

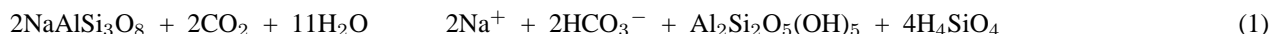
掘削深度 0~1500m の温泉水を全 13 か所で採水し、採水現場で泉温、電気伝導度、pH を測定した。さらに現地では聞き取り調査を実施し掘削井戸構造図などのデータを得た。主要陽陰イオンの分析にはイオンクロマトグラフ法、SiO₂ はモリブデン黄法、Fe は原子吸光法、HCO₃⁻ 濃度は容量法による pH4.8 アルカリ度から算出した。水素、酸素、硫黄同位体組成 (D, ¹⁸O, ³⁴S) 分析には安定同位体比質量分析計を使用した。

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

¹ Faculty of Education, Gifu University, ² Institute 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しうる可能性がある。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ことを示唆している。

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

気象モデル WRF を結合した衛星陸面データ同化システムの開発 Development of a satellite land data assimilation system coupled with a numerical weather prediction model, WRF

瀬戸 里枝^{1*}, 小池俊雄¹, RASMY, Mohamed¹
RIE SETO^{1*}, KOIKE, Toshio¹, RASMY, Mohamed¹

¹ 東京大学大学院工学系研究科

¹ School of Engineering the University of Tokyo

本研究では衛星による土壌水分の観測データを物理的整合性を保ってモデルに同化し、数値気象予測における陸面の再現性と大気への下部境界条件の精度を向上することを目的として、大気モデル WRF と陸面モデル SiB2 を結合した衛星陸面データ同化システム (A satellite Land Data Assimilation System coupled with WRF, LDAS-WRF) を開発した。LDAS-WRF は土壌水分に対する感度の高い、低周波マイクロ波で観測した輝度温度を用いて土壌水分を同化する。本システムは、大気のドライバーとして WRF を結合し、陸面のドライバー兼同化システムのモデルオペレータとして陸面モデル SiB2 を使用している。観測演算子には地表面粗度や植生の放射特性を詳細に扱う放射伝達モデルを使用し、データ同化アルゴリズムはアンサンブルカルマンフィルタを用いて、大気と陸面の結合系で逐次的に土壌水分の同化を行う。本システムの評価のために行った、チベット高原のメソスケールの領域を対象にした数値実験では、現地観測による土壌水分の時系列変化がよく再現され、土壌水分の改善に伴って熱フラックスや大気プロファイルも改善されることが示された。

キーワード: データ同化, 大気 陸面相互作用, 衛星観測, WRF

Keywords: data assimilation, land-atmosphere interactions, satellite observations, WRF

Palmar Drought Severity Index を指標とした日本における乾燥/湿潤期間の時空間変動 Spatiotemporal variability of dryness/wetness status in Japan

高橋瑠想¹, 小谷 亜由美^{1*}

Rumi Takahashi¹, Ayumi Kotani^{1*}

¹ 名古屋大学生命農学研究科

¹ Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University

2層土壌水収支モデルに基づく乾燥指数 (Palmer drought severity index: PDSI) を用いて, 日本国内の乾燥 / 湿潤環境の時空間変動を解析した。PDSI は, 与えられた降水量と気温から水収支を評価し, 土壌に保持される水量の連続性から地表面の乾燥 / 湿潤の程度を指数化するものである。全国 136 地点の 1961-2010 年における月降水量と月平均気温を用いて, 月単位の PDSI を算出した。解析期間において, 日本全体で湿潤月が減少し乾燥月が増加する傾向がみられた。とくに北海道を中心とした東北日本で, 湿潤月の減少が顕著であった。乾燥月は, 北日本または関東以西のいずれかに集中して発生する傾向にあったが, 近年では発生領域の空間的偏りがなくなっていた。

PDSI の時系列データに対して, 経験的直交関数 (Empirical Orthogonal Functions: EOF) 解析を適用した。第 1 モード (寄与率 29.0 %) は日本全体で乾燥化傾向のみられる変動パターンで, この傾向は東アジアでの既往研究の結果とも一致した。第 2 モード (寄与率 12.3 %) では東日本を南北に二分して, 逆傾向となる変動パターンであった。前者では 1990 年代に向かって乾燥化している一方で, 後者では湿潤化 (乾燥化を抑制) しており, 南北の気候変化の違いを反映していると考えられる。第 3 モード (寄与率 7.5 %) は東日本と西日本で逆傾向となる変動パターンで, 第 1, 2 モードのような直線的な傾向を示さず, 海面水温分布に起因する気温のシーズン変動 (石丸・山崎, 2005) と類似していた。第 4 モード (寄与率 5.4 %) には, 日本海側と太平洋側を分ける, 従来の気候区分と類似する空間分布がみられたが, その寄与率は小さく解析対象期間の乾燥/湿潤パターンを説明するものではなかった。第 5 モード以下では, 九州や南西諸島のみに見える変動パターンが得られた。以上より, 解析期間における東アジアの大陸地域での傾向と同様の乾燥傾向が日本においても現れたが, 東日本を南北に分ける気候変動の違いや, 東日本と西日本を分ける海洋の影響が重なって, 乾燥 / 湿潤の時間変動の地域性が生じることが明らかになった。

キーワード: PDSI (Palmer drought severity index), 乾燥/湿潤期間, 日本

弱風時の水面上のバルク輸送係数 - 広域大気循環の影響？

Bulk coefficients over a water surface under calm wind condition: an influence of large-scale atmospheric circulation?

魏 忠旺^{1*}, 杉田 倫明¹

Zhongwang Wei^{1*}, Michiaki Sugita¹

¹ 筑波大・生命環境・地球

¹Geoscience, Life & Env Sci., Univ.Tsukuba

Over the Lake Kasumigaura, 10 Hz fluxes data have been obtained since June of 2007, and characteristics of the bulk transfer coefficients of momentum C_{dn} and of water vapor and heat have been studied with emphasis on the possible influence of the large-scale convection to surface fluxes. Increase of C_{dn} when mean wind speed u becomes smaller in the range of $u < 4$ m/s was found. By applying the cospectral and ogive analyses, a possible cause of this increase was the influence of convective circulation, as manifested by the mismatch of characteristic time scale of the flux (2nd moment) and mean wind speed (1st moment). Possible solutions to this the mismatch of time scale under weak wind speed was studied which include adaptation of the effective wind speed U_e instead of the traditional vector-averaged mean wind speed. However, complete solution is not likely available since this problem arises from ill-defined nature of C_{dn} under light wind condition.

Keywords: Lake Kasumigaura, Bulk coefficients, ogive, large-scale convection, fluxes

中国河北省および四川省における異なる表面被覆および勾配の表面流プロットを用いた浸透能の測定

Estimation of infiltration rate in runoff plots for various surface covers and slopes under natural rainfall in Hebei and Sichuan

小松 義隆¹, 恩田 裕一^{1*}, Xianfang Song², Zhu Bo², Tao Wang², Lihu Yang²
Yoshitaka Komatsu¹, Yuichi Onda^{1*}, Xianfang Song², Zhu Bo², Tao Wang², Lihu Yang²

¹筑波大学, ²中国科学院

¹University of Tsukuba, ²Chinese Academy of Sciences

We are investigating the effect of surface cover and slope on the infiltration rate in runoff plots in two provinces of China, namely; Hebei and Sichuan Provinces. Temporal rainfall measurements and discharge of runoff plots were conducted for different surface cover and slopes during the rainy season from July to October 2012. Four land uses (bare soil, forest and two grasslands) were investigated in Yi Xian with 5m * 20m plots. On the other hand, in Yan Ting Xian, we monitored four plots of 1.5m * 5m with various slopes (15, 20, 25, 30 degrees) and three plots of 5m * 20m with maize and bare soil. In order to understand the variability of the infiltration rate, the collected data was analyzed in the light of a model that integrates the spatial infiltration variabilities within a plot. The relationship between rainfall intensity and infiltration rate have been developed in previous study using rainfall simulations for similar land uses which demonstrated that the infiltration rate increases with the rainfall intensity and gradually takes an asymptotic approach to the Maximum Infiltration Rate (FIR_{max}). The effect of different slope range and various land covers will be analyzed so as to draw a profound conclusion. The infiltration rate tends to have a certain relationship between land cover and slope in runoff plots in two provinces of China.

Keywords: Infiltration rate, Natural rainfall, Runoff plot, Slope, Surface cover

ヒノキ人工林における列状間伐前後の降雨遮断と樹冠通過雨の安定同位体比の変化 Changes in throughfall and its stable isotopic compositions after stripe thinning in a Japanese cypress plantation

平田 晶子^{1*}, 恩田 裕一², 加藤 弘亮², 南光 一樹³, 五味 高志⁴

Akiko Hirata^{1*}, ONDA, Yuichi², KATO, Hiroaki², NANKO, Kazuki³, GOMI, Takashi⁴

¹筑波大学生命環境系, ²筑波大学アイソトープ環境動態研究センター, ³森林総合研究所, ⁴東京農工大学国際環境農学専攻

¹Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, ²Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba, ³Forestry and Forest Products Research Institute, ⁴Tokyo University of Agriculture and Technology

We investigated changes in throughfall and its isotopic composition due to forest thinning for examining changes in canopy interception processes. For one headwater catchment in a Tochigi site which covered by 20 to 50 years old Japanese cypress and cedar plantations, 50% line strip cutting methods were conducted at December 2011 for the efficiency of timber use. Monitoring periods were from May 2010 to October 2012. Throughfall was measured and collected using twenty tipping bucket rain gauges and collectors in a 10 by 10 m area with a grid pattern. Using the relationship between cumulative gross rainfall and cumulative throughfall (Link et al. 2004), throughfall was separated into two components, direct throughfall and drains from the canopy. The isotopic composition of throughfall and open rainfall were analyzed and compared for each rainfall event. After the thinning, amount of throughfall and direct throughfall were increased. The mean difference of $d^{18}\text{O}$ values between throughfall and open rainfall during the post-thinning periods was larger than that during pre-thinning periods; however, the difference of these values was small. Spatial variability of the throughfall rate and the $d^{18}\text{O}$ values in throughfall were affected by canopy structure only during post-thinning periods. Changing in forest structure by thinning affect interception processes in plantations.

キーワード: 樹冠遮断, 安定同位体, 列状間伐, ヒノキ人工林

Keywords: canopy interception, stable isotope, stripe thinning, Japanese cypress plantation

阿蘇カルデラ内の地下水形成に関する地球化学的解析 The geochemical analysis about formation of groundwater in Aso caldera, Japan

高橋 稔^{1*}, 石橋 純一郎², 奈良岡 浩²

Minoru Takahashi^{1*}, Jun-ichiro Ishibashi², Hiroshi Naraoka²

¹九州大学 大学院理学府, ²九州大学 大学院理学研究院

¹Graduate School of Sciences, Kyushu University, ²Faculty of Sciences, Kyushu University

阿蘇カルデラには豊富な地下水が存在していることが良く知られている。阿蘇谷(カルデラ北部)の中央部から西部にかけて、Feを高濃度に(最大90ppm以上)含む特徴的な地下水(赤水型地下水)が分布している。本研究では、この赤水型地下水の起源を考えるために、より深部に貯留層を持つ温泉水との関連に注目し、その地球化学的解析を行った。

2012年10月に現地調査を行い、温泉水を8地点(掘削深度:150m, 400m~1500m)から採取した。現地にて温度、pH、電気伝導度、酸化還元電位を測定した。実験室にて陽イオン(Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Fe)をICP-AES法で、微量元素(Rb⁺, Cs⁺, La²⁺)をICP-MS法で、Siをモリブデンイエロー法で、アルカリ度を酸滴定で、陰イオン(F⁻, Cl⁻, SO₄²⁻)をイオンクロマトグラフィーで分析した。また溶存SO₄²⁻の硫黄同位体比を、硫酸バリウムの沈殿から測定した。

分析の結果、主要陽イオン、およびSO₄²⁻の濃度はCl⁻濃度と良い相関を示した。ただしFe濃度については、はっきりとした相関が認められなかった。微量元素では、Rb⁺濃度がCl⁻濃度と相関を示したが、Cs⁺とLa²⁺についてはともに検出限界以下であった。³⁴S値は+13.4‰~+16.0‰の範囲の値を示し、西方にある温泉ほど³⁴Sに富む傾向を示した。

温泉水における溶存イオンの濃度と³⁴S値の関係は、2つないし3つの端成分の混合で説明できることがわかった。そのうちの1つの端成分は高温の帯水層に由来する地熱流体と考えられる。赤水型地下水の化学組成についても同じ端成分の混合で説明できることから、その地下水形成に地熱流体が寄与していることが示唆された。

キーワード: 阿蘇, 温泉, 地下水, 同位体

Keywords: Aso, hot spring, groundwater, isotope

鳥取砂丘の地下構造と地下水大循環に関する研究 — 地球電磁気学的手法を用いて砂丘内湧水(オアシス)の起源を探る — On the underground water flow circulation system in Tottori sand dune based on the geoelectrical method

塩崎 一郎^{1*}, 西尾 祐哉², 安田 陽二郎¹, 野口 竜也¹, 河合 隆行³, 齊藤 忠臣⁴

Ichiro Shiozaki^{1*}, Yuya Nishio², Yojiro Yasuda¹, Tatsuya Noguchi¹, Takayuki KAWAI³, Tadaomi Saito⁴

¹ 鳥取大学大学院工学研究科, ² 兵庫県立大学大学院緑環境景観マネジメント研究科, ³ 新潟大学 災害・復興科学研究所, ⁴ 鳥取大学農学部

¹Graduate School of Engineering, Tottori University, ²Graduate School of Landscape Design and Management, University of Hyogo, ³Research Institute for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University, ⁴Faculty of Agriculture, Tottori University

【研究の目的】本研究の目的は、地球電磁気学的手法に基づく調査研究を通して、自然文化財的価値の高い砂丘内の湧水(オアシス)の発生メカニズムに象徴される鳥取砂丘全域の地下水大循環システムを解明・構築することである。

【研究の背景】山陰海岸国立公園内に位置する鳥取砂丘は自然海岸の状態が良く保持されており、古くから風と砂の相互作用や特殊地形の形成史などの多種多様な自然現象に関する知識が蓄積されてきた。その鳥取砂丘の貴重な自然現象のひとつとして砂丘内に自然に形成されたオアシスと呼ばれる小水域がある。このオアシスは馬の背と呼ばれる大斜面の直下に位置していることから、鳥取砂丘の自然景観を形成するランドスケープ因子として重要な役割を担っている。この鳥取砂丘のオアシス発生メカニズムの解明のため、筆者らを含む研究グループは地球電磁気学的手法を含む総合的な物理探査法並びに水文学的同位体測定法を用いた調査研究を開始した。

【自然電位測定からオアシス湧水の担い手を探る】さて、オアシス湧水に代表される地下水の担い手の候補は何であろうか。赤木(1991)が示した鳥取砂丘の模式柱状図を参考にすると、鳥取砂丘では基盤岩類の上、主に大山火山を起源とする大山倉吉軽石(DKP)他の火山灰層が鍵層として砂丘砂の中に存在し、この存在を境として上部を新砂丘、下部に古砂丘が存在している。火山灰層中には粘質火山灰土、粘質ローム、粘土などの水を通し難い層と軽石などのように透水性の良い層が存在するため、ここではその候補として、砂丘砂の下に不透水層、もしくは、帯水層に関連するものとして火山灰層が想定される。もし、このようなメカニズムで地下水面が形成されると仮定すれば、砂丘上の2地点間で測定された自然電位(SP, Self Potential)とその2地点での砂丘表面から地下水面までの層厚に線形関係がある可能性が予想される。そこで、本研究では、まず、その両者の線形関係を示す指標として流動電位係数を見積もることとした。

【自然電位測定の概要】本研究では、研究目的を達成するために、オアシス湧水域及び火山灰露出域を含む、鳥取砂丘全域における自然電位(SP)測定を行った。SP測定は鳥取砂丘景観保全協議会の設置した既存の観測杭を利用して行われた(測点間隔はアルファベット測線方向に50m間隔、数字測線方向に100m間隔である)。表層に露出している地面の状態から火山灰の露出地域、火山灰が殆どみられない地域、オアシス湧水周辺域などの違いはみられるものの、概ね、SP測定の結果は、標高が高い地域のSPは低電位、低い地域が高電位になっており、自然電位(mV)と標高(m)の関係を調べると約-3mV/mなる流動電位係数を持つ明瞭な相関関係があることが分かった。ただし、火山灰の露出地周辺、特に、直下に火山灰の存在が予想されるところとそうでないところでは係数に隔たりがあり、前者の傾きの方が絶対値が大きくなる傾向がみられた。また、後者の係数と全域で得られた係数はいずれも約-3mV/mを示していることから、鳥取砂丘では、火山灰露出地やその周辺部を除いて、「砂丘下では自然電位は地下水面の高度に関連する」という予想は、測定結果から大局的には成立していることがわかった。

【自然電位ならびに学術的ボーリングから得られた地下水面の深度の関係】前節で述べた予察的な仮定が成り立つとして、自然電位測定結果を用いて砂丘域で地下水面の推定を試みた。地下水面を求める方法は、Zlotnicki and Nishida(2003)の(14)式を使用した。これまで数は少ないものの砂丘域では学術的ボーリングがなされている。それらを用いて本研究の推定結果の妥当性を検証した。その結果、測点近傍でボーリングが掘られている4地点についての対比から、両者はほぼ一致することがわかった。特に、砂丘域の東側の推定結果は西側のそれよりよく一致しており推定誤差が少ない。相対的には東側の方が西側より相対的に高電位域が出現しており、それを裏付けるかのようにボーリングから得られた地下水面の存在深度も浅い。地下水面の存在深度が本手法による地下水面の位置の推定精度に影響する可能性がある。今後は他の調査結果との対比を試みることにより、鳥取砂丘の地下水分布調査への自然電位法の有効性について議論を深めたい。

【謝辞】本報告は鳥取県環境学術研究振興事業「鳥取砂丘の地下構造と地下水大循環に関する研究-砂丘内湧水(オアシス)の起源を探る-」ならびに鳥取砂丘再生会議保全再生部会調査研究会の支援を受けた。

キーワード: 鳥取砂丘, 地下水, 地球電磁気学的手法

Keywords: Tottori sand dune, underground water, geoelectrical method

水窪町に不定期に出現する「池の平」池の出現機構の解明 Mechanism of occurrence of "Ikenotaira"-pond appear from time to time in the Misakubo town, Shizuoka Prefecture

高橋 由佳矢^{1*}, 河野忠²
TAKAHASHI, Yukaya^{1*}, KONO, Tadashi²

¹ 立正大学大学院, ² 立正大学

¹Graduate School of Geo-environmental Science, Rissho University, ²Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

1. はじめに

静岡県浜松市水窪町の標高 654m に位置する窪地にはほぼ 7 年周期で出現すると伝えられている湧水池がある。普段は水の無い窪地となっていて、スギやヒノキといった人工林に覆われている。湧水池が発生する直前には大量の降水が確認されている。杉森ほか(2001)によると、地質と降水が地下水面に影響し、湧水池が出現すると報告されている。また、400 年以上前から出現していたと言い伝えられているが、詳しいことはわかっていない。この池は、現在明確な発生条件やメカニズムが解明されておらず、周期的に出現する理由も不明のままである。そこで、本研究では、降水量や現地の自然条件を基に、出現メカニズムを解明することを目的とした。今回は、2012 年 7 月と 12 月に現地調査において湖盆測量を行った結果および水質分析結果を報告する。

2. 研究対象地域

池の平の池は水窪町奥領家にある亀ノ甲山峠を 200m 程下った場所の窪地にある。山道は佐久間ダム建設以来、廃道に近い状態である。山道は崩れている箇所が多くあり、山全体が地すべり地であることが伺える。

3. 調査・研究手法

現地では、湖盆測量、検土杖を用いた簡易地質調査、湧水と沢水のサンプリングを行った。その場で電気伝導度、ORP、pH、水温を測定した。持ち帰ったサンプルは役場から頂いた 2010 年出現時の池の水と共にイオンクロマトグラフィを用いて無機イオン成分の分析を行った。

4. 結果と考察

標高 654m 付近で湖盆測量を行い等深線を示した結果、この池の最大長は 130m、最大幅 50m、周囲 220m、面積 4325m²、容積 11375m³ となった。

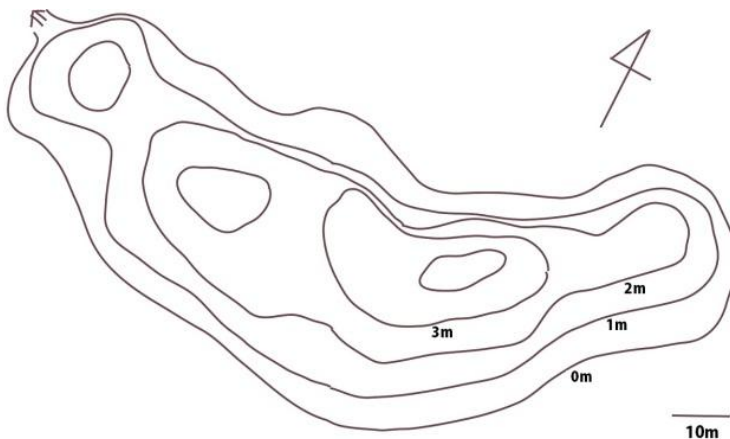
水質分析の結果、2010 年出現時のサンプルは各溶存成分量が乏しく雨水とほぼ同じであることが判明した。池の 100m 程下った場所にある沢水は 2010 年出現時の水質と比較すると、各溶存成分量が高くなっている。

5. 今後の研究課題

池水の出現機構解明のために、湖盆に自記水位計を、水窪町役場に雨水採水器と転倒ます型雨量計を設置した。また、同位体水文学的手法を用いて涵養源の推定を行う予定である。

キーワード: 池の平, 湖盆図, 水質, 水文学

Keywords: Ikenotaira, lake basin, water quality, hydrology



地形・地理的特性に基づく内水氾濫に対する簡易防災マップ作成方法の考案 A Method for Creating Inland Flooding Hazard Map Based on Topographical and Geographical Characteristics

佐藤 李菜^{1*}, 林 武司²

Rina Sato^{1*}, Takeshi Hayashi²

¹ 秋田大学大学院教育学研究科, ² 秋田大学教育文化学部

¹Graduate School of Education, Akita University, ²Faculty of Education and Human Studies, Akita University

日本の典型的な都市域である東京都では、内水氾濫に対する対策が進行している一方で、小規模な浸水や、繰り返し浸水が発生する箇所が見受けられる。そのため、下水道や雨水の浸透貯留対策に目を向けるだけでなく、浸水箇所の地形や土地被覆といった特性から内水氾濫の危険性を把握することも必要である。武蔵野台地東部にある新宿区および豊島区、文京区では、区内でたびたび豪雨による浸水が発生し、繰り返し浸水が発生する箇所も多く存在する。そこで、本研究ではこれらの地域を対象に、過去に浸水が発生した箇所の地形・地理的特性を把握し、これらの特性からみて浸水の可能性がある地域を抽出した。そのうえで、この抽出した地域を基に簡易的な防災マップを作成した。

対象とした範囲における1989年～2009年までの浸水実績は107箇所である。これらの浸水箇所を、その発生箇所によって現河道沿いの低地(低地)、台地、台地上の谷(谷)の3つに分類し、地形・地理的特性に関わる項目を抽出した。抽出した項目は、凹地の深さ、凹地の容積、集水域、集水域内の被覆されている面積、集水域内の平均勾配、流域出口までの平均勾配、両者の勾配の差、集水域の最上流～浸水箇所までの流路長、浸水箇所～流域出口までの流路長、両者の流路長の差、谷の深さ、谷幅である。すべての項目の計測にArcGIS10を使用した。これらの項目を変数とした主成分分析を行ない、浸水箇所における地形・地理的特性を把握した。

主成分分析の結果、固有値が1を超える主成分が、低地では2、台地では3、谷では4抽出された。本研究では、すべての主成分の主成分得点を浸水箇所および対象地域全体について計算し、浸水箇所の得点の最低値を超える地域を、地形・地理的特性からみて浸水の可能性がある地域(内水氾濫危険地域)とした。さらに、内水氾濫危険地域を抽出する手法の妥当性を検証するため、渋谷区・目黒区の一部を検証地域として、同様の方法で危険地域を抽出した。その結果、検証地域における29の浸水箇所のうち24箇所(82.8%)が抽出した地域に含まれていたことから、本研究の手法によって、地形・地理的特性からみて内水氾濫が発生する可能性がある地域を評価することは可能と考えられた。

本研究では、以上の方法によって抽出した内水氾濫危険地域をもとに、対象地域における簡易的な防災マップを作成した。危険地域は、主成分が低地であれば2、台地であれば3、谷であれば4あるうち、どれか一つでもその主成分得点が上位50%以上であれば、地形・地理的特性が「より強い」地域とし、どの主成分得点も上位50%未満であれば、特性が「強い」地域とした。

キーワード: 内水氾濫, 都市域, 地形・地理的特性, 主成分分析, 防災マップ

Keywords: inland flooding, urban area, topographical and geographical characteristics, principal component analysis, hazard map

有明海北岸の干潟域および筑後川下流域の表層堆積物中のフミン酸画分の特徴と周辺環境

Properties of humic acid fraction of northern Ariake Sea estuarine and riverine surface sediment

岩本 佑耶¹, 山内 敬明^{2*}

IWAMOTO, Yuya¹, Noriaki YAMAUCHI^{2*}

¹九州大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻, ²九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門

¹Dept. Earth and Planetari Sci., Grad. School Sci., Kyushu Univ., ²Dept. Earth and Planetari Sci., Fac. Sci., Kyushu Univ.

干潟域は生物生産性が高く、多くの生物が産卵や幼生期を過ごす場所として重要である。有機物生産と蓄積の観点から考えると、河川由来の物質が徐々に堆積する一方で沿岸域の海洋性有機物も集積し、干潟域の生物の生産する有機物の影響も考えられる。そしてこれら有機物が現地で凝集、化学変化(生物変化)し高分子の有機物を形成する。よって、河口干潟域の高分子有機物は、現地の環境を反映しているものと思われるが、構造の不規則性、堆積速度の換算などの困難等からその構造や性質の理解は十分でない。結果としてBODやCODの値を上昇させる元凶としての捉え方が中心となってしまう傾向にある。

投稿者のグループでは有明海沿岸を中心とする北部九州干潟域、ならびに流域河川の下流での堆積性有機物中の高分子有機態、中でもそのフミン酸に相当する画分の構造解析と環境との関係を解析する研究を続けている。今回、筑後川河口近傍ならびに筑後川下流のフミン酸画分の特徴と、その環境との関係をまとめ、基礎的データの幾つかの数値と陸域有機物と海洋性有機物との関係に一定の関係を発見したのでここに示す。

試料は2012年5,8,11月に有明海北岸地域3点ならびに筑後川下流2点の5点の箇所表層約5センチの堆積物を採取し、乾燥の後土壌フミン酸抽出分画法に従いフミン酸相当画分を調製した。初期的分析として、元素分析とそれに伴う原子数比(O/C,H/C,C/N比)の算出、アルカリ性溶液の紫外外部吸収の特徴的波長の比(A_{270}/A_{407})、炭素同位体比と一部の試料については窒素同位体比を測定した。これら幾つかの値と、地理的要因として河川下流と河口干潟域であるか、また海流(半時計回り)による物質蓄積による有機物成分変化などを検討した。

陸源有機物と海起源有機物の寄与についてはC/N比や炭素同位体比が有用であるとされているが、この傾向は確かに本地域でも当てはまり、下流から干潟に至りC/N比の減少と炭素同位体比の増加が見られ、その数値変化には高い相関が見られた。また紫外外部吸収の特徴的波長の比も、下流域から河口にかけて減少が見られ、C/N比や炭素同位体比と同様のトレンドを示し、また相関も高いという結果が得られた。これはある一つの河川の、下流域から河口域にかけての陸起源物質の寄与については、紫外吸収の測定が炭素同位体比の代替手段となることを示していると思われる。

また2012年の夏期には、北部九州は大水害に見舞われ、筑後川流域でも柳川などでの浸水被害が顕著であった。その直後の試料では陸源有機物の寄与を示す値が上昇し、このような短期的状況も堆積物中のフミン酸画分に反映されることが示唆された。さらに全有機物中のフミン酸量との関係から、河口域に堆積する有機物の陸生有機物部分は高度に腐植化されたものであることを示唆する結果を得た。

構造という側面では熱分解ガスクロマトグラフィーでの分解物の解析から構造上の特徴の指摘を検討している。また2013年2月での採取抽出を行い、1年での成果を報告する予定である。

キーワード: フミン酸, 干潟, 有明海, 炭素同位体比, 紫外吸収

Keywords: humic acid, estuarine, Ariake Sea, carbon isotope, UV absorption

干拓地の暗渠排水中の溶存態有機物に対する炭化物の吸着効果 Effect of Carbide on Adsorption of Dissolved Organic Matter Contained in Under Drainage of Reclaimed Land

人見 忠良^{1*}, 久保田 富次郎¹, 浜田 康治¹
Tadayoshi Hitomi^{1*}, Tomijiro Kubota¹, Koji Hamada¹

¹ (独) 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所

¹National Institute for Rural Engineering, National Agriculture and Food Research Organization

干拓地の暗渠排水に含まれる溶存態有機物に対する炭化物の吸着効果を検討した。回分吸着試験から炭化物は速やかに溶存態有機物を吸着し、数時間で平衡状態に達した。一方で、暗渠疎水材として一般に利用されるモミガラや砂では溶存態有機物に対する吸着効果は確認されなかった。このため、広く施工されている暗渠では、干拓地の暗渠から排出される溶存態有機物の除去効果は低いと考えられる。干拓地内の暗渠排水の全有機体炭素濃度は平均して 10.1 mg/L であり、その 97 % が溶存態であった。溶存態有機物に対する吸着効果の高い炭化物を浄化材として適用することは、水質保全対策として有効であると考えられる。

キーワード: 回分吸着試験, 全有機体炭素, 水質保全対策

Keywords: batch test, total organic carbon, water conservation measure

FT-ICR MS と 3次元励起蛍光スペクトル測定を用いたヒノキ森林生態系を循環する 溶存有機物のキャラクタリゼーション

Characterization of dissolved organic matter using FT-ICR MS and fluorescence spectrometry in a Japanese cypress forest

森谷 美奈^{1*}, 大橋 瑞江¹, 高橋 勝利², 原 都¹, 大手 信人³, 藤嶽 暢英⁴, 山瀬 敬太郎⁵, 中田 靖⁶, 熊谷 哲¹, 杉山 裕子¹
Mina Moritani^{1*}, OHASHI, Mizue¹, TAKAHASHI, Katsutoshi², HARA, Miyako¹, OHTE, Nobuhito³, FUJITAKE, Nobuhide⁴,
YAMASE, Keitarou⁵, NAKATA, Yasushi⁶, KUMAGAI, Tetsu¹, SUGIYAMA, Yuko¹

¹ 兵庫県立大学大学院環境人間学研究所, ² 独立行政法人産業技術総合研究所, ³ 東京大学大学院農学生命研究科, ⁴ 神戸大学農学部, ⁵ 兵庫県立農業水産技術総合センター, ⁶ 株式会社堀場製作所

¹Graduate school of Human science and Environment, University of Hyogo, ²National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ³Graduate school of Agricultural and Life science, University of Tokyo, ⁴Faculty of Agriculture, Kobe University, ⁵Hyogo Prefectural Technology Center for Agriculture Forestry and Fisheries, ⁶HORIBA, Ltd

In forest ecosystem, DOM plays important roles such as: being a main energy source of microorganisms which control material cycles in the pedosphere; making complex with iron, aluminum, other trace metals, or organic pollutants and affects their mobility or toxicity in the hydrosphere. Thus, DOM is one of the important materials for water quality. In Japan, forest covers about 70% of the land and stores large amount of freshwater supporting human life. Forest also stabilizes the freshwater supply to river and controls the water quality. Therefore, it is important to study the chemical characteristics of DOM and its alteration processes in forest ecosystem. Recently, Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry (FT-ICR MS) was developed and applied to molecular-level study of DOM. FT-ICR MS has quite high resolution power and makes it possible to calculate the molecular formula from the charge to mass ratio (m/z) of the peaks detected. We further can estimate the molecular class of the each peak from its elemental ratio of O/C and H/C. The objective of this study was to apply FT-ICR MS to the DOM in a cypress forest ecosystem and try to elucidate the cycling of DOM and alteration processes in the ecosystem. Samples were collected from Shiso, Hyogo-pref., Japan in July 2011. Main vegetation of the experimental field was 50 years' Hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*) and the soil type was Andosol. We collected rainfall, throughfall, stem flow, soil waters (middle of A-horizon: 10 cm, bottom of A-horizon: 25 cm, middle of B-horizon: 40 cm, bottom of B-horizon: 60 cm), and stream waters. All samples were filtered by precombusted GF/F filters. The filtrated samples were subjected to dissolved organic carbon (DOC) measurement and three dimensional excitation-emission matrix fluorescence spectroscopy analysis. After C18 solid phase extraction, FT-ICR MS analysis was applied. We calculated the expected molecular formula for m/z values of the peaks and made the van Krevelen diagrams by plotting the atomic ratios of H/C and O/C of the formula. In rainfall samples, low DOC concentration (1.3 mgC/L) and no clear fluorescence peak were observed. Both of these increased at throughfall (13.0 mgC/L), stem flow (31.7 mgC/L) and middle of A horizon (28.7 mgC/L). Both DOC concentration and humic-like peak intensity decreased greatly from the middle to bottom of A horizon (2.5 mgC/L). The active aluminum in A horizon consists of Andosol likely adsorbed DOM especially humic substances and removed it from the soil water. From the van Krevelen diagrams, especially in throughfall, stemflow, and soil water samples, great number of mass peaks appeared in the lignin region ($0.7 < H/C < 1.5$, $0.1 < O/C < 0.67$) with high relative intensities. The number of mass peaks which corresponded to the protein region ($1.5 < H/C$, $0.3 < O/C < 0.67$) decreased as the water percolated deeper through the soil. Polar molecules with high O/C ratios might be decomposed more rapidly or removed preferentially by adsorption. In contrast, mass peaks in the lignin and the lipid regions ($1.5 < H/C$, $0.1 < O/C < 0.3$) remained even in deeper B horizon soil water.

キーワード: 溶存有機物, 森林生態系

Keywords: Dissolved organic matter, Forest ecosystem