

明治期から現代への流域環境変化に伴う水循環の応答：水文モデルによる霞ヶ浦の 対照的な2支流域における検討 Hydrologic Responses to the changes in watersheds environments from Meiji-era to present

渡邊 拓馬^{1*}, 杉田 倫明²

Takuma Watanabe^{1*}, Michiaki Sugita²

¹ 筑波大学生命環境学群地球学類, ² 筑波大学大学院生命環境科学研究科地球環境科学専攻

¹College of Geoscience, School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, ²Doctoral Program in Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

本研究では準分布型的水文モデルを用い、霞ヶ浦支流域の一つである小野川流域および園部川流域における1903年頃から2003年までの約100年間の土地利用変化が水・熱収支へ与える影響を明らかにした。モデル計算として気象条件は現在の値を適用し土地利用変化のみによる影響を比較するものである。

小野川流域における明治と現在の比較結果から、明治から現在にかけて主に蒸発散量の減少、流出量の増加、地下水面の上昇、正味放射量の減少が見られた。年平均値として比較すると蒸発散量では約30%減少、流出量では2倍以上の増加が見られ、また正味放射量は約15%減少、潜熱フラックスは約30%の減少が見られた。分布図と土地利用の関係を調べた結果、上記の変化は主に針葉樹林から市街地・畑地に土地利用が変化した点において顕著であった。これは樹冠貯留水分量の減少による蒸発量の減少、それに起因する流出量の増加、不透水域の増加による表面流の増加、アルベドの高い草地・市街地の増加による顕熱フラックスの増加が主な要因として考えられた。

また園部川との比較では都市・農地増加割合の違いによる水・熱収支への影響の差が顕著に見られた。特に小野川では上流部で主に市街地、中流部では畑地、下流部では水田の増加割合がそれぞれ多く分布が塊状であったのに対し、園部川は散在的に土地利用が変化している傾向が見られ、その点が水・熱収支の変化にも影響していた。

キーワード: 準分布型水文モデル, 土地利用変化, 霞ヶ浦, 流域水収支

Keywords: semi-distributed hydrological model, Land use change, Lake Kasumigaura, catchment water budget

森林流域における土壌流出と流出寄与域を組み合わせた溶存有機炭素流出モデルの開発と改良

Developing and improving a simple runoff model of dissolved organic carbon considering soil infiltration and river runoff

江端 一徳^{1*}, 西田 継²

Kazunori Ebata^{1*}, Kei Nishida²

¹ 山梨大学, ² 山梨大学・国際流域環境研究センター

¹UY, ²ICRE-UY

近年、地球規模や地域における炭素移動量の把握は、地球炭素循環の定量化、適切な水質管理の観点から重要性が高まっている。特に、陸域における河川中の溶存有機炭素(DOC)は、水生生物の餌資源となり河川生態系を維持し、河川環境を保全する上で重要な役割を担っており、その物質の動態を把握する意義は大きいと言われている。炭素移動量の代表的な推定手法として、渓流水中のDOC濃度またはDOC負荷量と河川流量との近似による回帰モデルでの推定が行われてきたが、流域内部で起きている複合的なDOCの変動プロセスを考慮することが困難であるため、精度が安定せず流域内部の現象の考慮が難しいという問題があった。この問題を解決するため、新たな推定手法としてDOCの変動プロセスを考慮したモデル開発(例えばINCA-CやDOC-3 modelなど)が試みられているが、土壌のDOC生産プロセスと水文学的なプロセスとの両方を組み合わせたモデルは少なく、また、パラメーターが複雑で汎用性に乏しい、降雨流出の時間スケールに対応していない、などの課題が残されている。

本研究では、森林河川のDOC流出量の推定を目的として、土壌プロセス(土壌浸透水量の変化と季節変動)と流出プロセス(流出寄与域からの流出割合)を考慮した、より汎用性の高いモデルの開発を初めて試みた。モデルの開発と検証には、山梨県瑞牆山試験流域の3スケール(15ha、98ha、1800ha)で得た、2年間の観測データを用いた。土壌サブモデルでは、乾湿及び季節変動を移流拡散と溶出で定式化し、短期および長期の変動傾向の再現と推定精度の向上に成功した。また、水分移動量が計算結果に大きく影響し、特に乾燥土壌での溶出の過大評価を修正する必要性を示した。流出サブモデルでは、土壌サブモデルの結果を河川流出と連結させ、表層流、中間流、基底流の流出経路と湿地率を用いて流出寄与域を表現し、上流域での適応性が十分高いことを示した。一方、下流域では実測値と計算値の誤差が大きくなり、適応性が低い結果となった。誤差を大きくした要因は、基底流出成分の評価を誤るためであり、これは基底流出成分のDOC流出に対する寄与が過大評価されていること、そして、流出寄与域としての河畔湿地の定量誤差に起因すると推測された。さらに、この課題評価の問題を解決するため、水文モデル(TOPMODEL)の導入し、流出サブモデルの改良を試みた。

キーワード: 溶存有機炭素, 流出モデル

Keywords: DOC, runoff model

大気汚染物による土壌の酸性化と樹木の立ち枯れの関係・木炭による立ち枯れ防止 Acidification of the soil by air pollution and the relation of withering of trees.

大森 禎子^{1*}, 吉池雄藏², 岡村 忍³, 岩 眞理⁴

Teiko Omori^{1*}, YOSIIKE Yuzo², OKAMURA Sinobu³, IWASAKI Masato⁴

¹ 元東邦大学理学部化学科, ² 元東邦大学理学部化学科, ³ 東邦大学理学部化学科, ⁴ 足利工業大学附属高校

¹ Department of Science, Toho University(former), ² Department of Science, Toho University(former), ³ Department of Science, Toho University, ⁴ A Comprehensive School affiliated with Ashikaga Institute of Technology

はじめに

樹木は二酸化炭素を吸収し、生物生存に必須元素の酸素を大量に供給できる唯一の天然資源であるが、樹木は世界中で枯れ始めている。原因は化石燃料の燃焼で発生する硫酸である。硫酸は酸性雨になり、大気中の硫酸は風の通過量と樹木の表面積に比例して樹木の付着量が多くなる。付着した硫酸は水分のみ蒸発して、濃縮と蓄積で濃度が高くなり、雨で土壌に落とされて土壌を酸性化する。土壌から溶出した金属イオンは、水と吸収されて樹木の中のリン酸と化合して、不溶性の金属リン酸塩になる。樹木はリン酸不足と同じ現象になり衰退して病虫害に対する防御成分が減少する。マツは樹脂の生成量が減少し、ナラ等はタンニンが金属イオンと化合して無毒化し、虫は食料と住居が確保されて大繁殖して枯れる。タケは土壌が酸性化するとシリカが不溶性のケイ酸になり吸収できなくなる。樹木の立ち枯れの主な原因は土壌の酸性化である。樹木は生長に必要な Na、K、Mg、Ca、P 等を含み、炭化すると炭酸塩や酸化物になって木炭の中に残り、雨が木炭に掛かるとアルカリ溶液になり、酸性土壌を中和する。残った元素は必要な割合で含む理想的な栄養源になる。木炭は保水剤や土壌微生物の住み家となって、土壌を活性化して樹木の立ち枯れを防止する。

調査方法

土は樹木の根元から 50cm と 1m、傾斜地では低い方向で、深さ 0、10、20cm で採取した。試料は乾燥後、石以外の成分は粉碎して孔径 2mm のフルイを全部通過させて混合した。測定は試料 10g に水 25g の割合で加え、60 分間後にろ過し、pH は pH メーターで、イオンはイオンクロマトグラフィーで測定した。

結果と考察

調査地は福島県の国有林で、南に 1000m に近い山々と北には飯豊山、西吾妻山を控え、近くに只見川が流れ、標高 450m から 490m の位置で、広さは 8ha である。樹木の構成は、コナラが 215 本で 82%、枯死木は 7 本で 3%、虫の穿孔は 56% が受けている。その他の木はミズナラ、クリ、ホウ等である。コナラは穿孔数別に木の太さを見ると、穿孔数無(0 孔)は太さ 20cm の木が 100%、中(11 から 300 孔)は太さ 40cm の木が 85%、多(300 孔以上)は太さ 60cm の木が 80% を占めている。コナラの太さ別の根元の土壌の pH は、太さ 20cm は 4.44、太さ 40cm は 3.96、太さ 60cm は 4.00 である。太さ 60cm の木が太さ 40cm の木の pH に近い理由は、虫の穿孔数多の木は太さ 60cm の木が 80% を占めていることから、葉の面積が縮小し、硫酸の収集量が減少して pH が高いと考えられる。各地区の標準木の下の方層土の pH と非海塩硫酸イオン濃度を比較すると、只見川に接する地区の土壌の pH は(3.94)、奥地の pH(4.28)より低く、非海塩硫酸イオン濃度は 8 倍も高い。また、森林の中の林道は風の通り道になり、林道に近い土壌の pH は 3.50-4.23 と低く、非海塩硫酸イオン濃度は奥地より 3 倍から 5 倍も高い。硫酸は樹木の表面積と風の通過量に比例して土壌の酸性化が早く、樹木が衰退する事が実証された。立ち枯れは土壌の酸性化で、アルカリ成分の流出が関係するとの説があるが、アルカリ成分は(Na, K, Mg, Ca) 落葉の分解により補給され、深さ 10cm の土は 30cm の土より 2 倍から 6 倍も高い。立ち枯れの主な原因は土壌の酸性化によるので、2011 年 10 月に炭化温度 700 から 800 度のスギ 80%、マツ 20% の木炭をコナラ 1 本に約 20kg 撒布した。結果、2012 年 10 月の土壌の pH は上昇したが、1 部は樹勢の回復で葉の面積が拡大し、硫酸の捕集量が増加して pH が下がった。撒布した木炭は樹勢回復に役だったが、新たに加わる硫酸の中和には不足で、追加が必要である。2011 年は穿孔口から樹液が大量に流出していたが、2012 年は止まり、穿孔口が塞がり、新たに枯れた木は無い。木炭は立ち枯れを防止できる事が明らかである。

調査地のナラ山は各地で撒かれた殺虫剤により蝶も蛾も、それらを食料とする蜘蛛の巣も見あたらない。今後は虫媒花の樹木の子孫が無くなる事が予想される。

謝辞

本調査は、会津森林管理署、NPO 法人森びとプロジェクト委員会(理事長岸井成格氏)の方々のご協力によるもので感謝申し上げます。

調査地

福島県大沼郡金山町大字栗山上平国有林 547 ち林小班

会津森林管理署(23 会管理署 418 号)、平成 23 年 9 月 27 日から 28 年 3 月 31 日使用許可協定書締結

文献

大森禎子・岩崎眞理(2010) 大気汚染による樹木の立ち枯れのメカニズム・炭による立ち枯れ予防と CO₂ 削減、木質炭化 7.(1)3-11。

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



AHW28-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月22日 18:15-19:30

大森禎子 (2010) 硫酸化物と樹木の立ち枯れの関係、河川文化、河川文化を語る会講演集 (その 30)p.85-163、日本河川協会発行。

キーワード: 大気汚染, 立ち枯れ, 木炭, 金属リン酸塩, タンニン酸鉄, 酸性土壌

Keywords: Air pollution, Withering., Charcoal., Metal phosphate., Tannic acid iron, Acidification of soil.

ユネスコエコパークに指定された宮崎県綾の森における酸性沈着量の評価 Evaluation of the acid deposition on to Aya forest, the UNESCO biosphere reserve forest in Miyazaki, Japan

中澤 暦^{1*}, 永淵 修², 西田友規², 金谷整一³

Koyomi Nakazawa^{1*}, Osamu Nagafuchi², Yuki Nishida², Seiichi Kanetani³

¹ 大阪大学大学院, ² 滋賀県立大学, ³ 森林総合研究所

¹Osaka University, ²The University of Shiga Prefecture, ³Forestry and Forest Products Research Institute

The Aya forest is located at the northern limit of the evergreen broad-leaved forest zone in East Asia. In addition, it has various endemic species in Japan. People who live near Aya forest have been using these natural resources with a sustainable way for more than five decades until now. In July 2012, Aya forest was designated as a UNESCO biosphere reserve, the Man And the Biosphere programme (MAB). In order to preserve this area and its culture, we evaluate the effect of long-range transport air pollution on to the Aya forest ecosystem. The research was conducted in two years, from 2010 to 2012. We installed bulk deposit samplers and Ogawa passive samplers both in-canopy and the outside of forest experimental site. After collecting samples, we measured major ion concentration for wet deposition and NO, NO₂, NH₃, O₃ and SO₂ gaseous concentration for dry deposition, respectively. In addition, to evaluate the actual deposition amount on to Aya forest, we collected conifer needle tree leaves from six trees, which grow up in this area.

During this experimental campaign, we found following things. In 2010, the effect of eruption of Mt. Shin'moe was observed. However, we couldn't find the effect of long range transport of air pollution from East Asian continent which was shown in Yakushima Island experimental site. The result of conifer needle tree leaves provide us the different SO₄²⁻ concentration level between north and south side of leaves which were collected from the same tree. This tendency was observed in all collecting samples.

キーワード: 綾, ユネスコエコパーク, 酸性沈着物, 長距離輸送, 針葉樹

Keywords: Aya biosphere reserve, Atmospheric acid deposition, Long range transport, Man And the Biosphere, conifer needle tree

陸上生態系の水文・フラックス観測の継続発展のために

Toward the continuous development of hydrological and flux monitorings in terrestrial ecosystems

谷 誠^{1*}

Makoto Tani^{1*}

¹ 京都大学農学研究科

¹Graduate School of Agriculture, Kyoto University

水・物質循環と陸上生態系の相互作用は、かけがえのない地球を健全に維持するために最も重要な基盤である。気候・地殻変動を扱う地球科学と生物応答を扱う生態系科学は、意識的に学際的な協調関係を強める必要がある。そのためには、生態系試験地における長期観測継続データが不可欠であるが、組織的な維持体制は構築されていない。今後への作戦を議論する。

キーワード: 陸上生態系, 水文観測, フラックス, 継続観測, 大気陸面ガス交換

Keywords: terrestrial ecosystem, hydrological monitoring, flux, continuous observation, gas exchange between land and the atmosphere

攪乱を受けたインドネシア泥炭湿地における地下水・河川水質の動態 Characteristics of Water Chemistry in Degraded Peatland Groundwater and Riverwater in Indonesia

伊藤 雅之^{1*}, アフマッド ムハンマド², コックブーン ネオ¹, 渡辺 一生¹, ハリス グナワン², レザ シャロニ², エド フルナンド², 甲山 治¹
Masayuki Itoh^{1*}, MUHAMMAD, Ahmad², NEOH, Kok-Boon¹, WATANABE, Kazuo¹, GUNAWAN, Haris², SYAHRONI, Reza², FURNANDO, Edo², KOZAN, Osamu¹

¹ 京都大学東南アジア研究所, ² リアウ大学数学自然科学部

¹Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University, ²Faculty of Mathematics & Natural Sciences, Riau University

東南アジアの熱帯泥炭湿地は 24 万平方キロメートルに及び、膨大な量の炭素が蓄積されている。特に近年の人為活動の増大による環境変化が、大量の二酸化炭素放出や全球レベルの炭素循環にも影響を及ぼすと考えられている。

本研究は伐採・火災・排水・植林地化等の人為活動による泥炭湿地の攪乱が、物質循環に及ぼす影響について調査した。人為攪乱や土地利用の変化が泥炭地地下水や泥炭地から流出する河川水の溶存物質群の量的質的な変化に及ぼす影響について着目し、伐採後の裸地やオイルパームプランテーション化された泥炭地において地下水・河川水の動態とその水質の違いについて検討した。

観測は、インドネシア・スマトラ島東部のリアウ州に位置するブキットバトゥにおいて行った。泥炭湿地林が伐採され、火災が起こった後の裸地と、伐採後にオイルパームプランテーションとなっている 2 プロットを設置した。地下水の採取には塩化ビニルパイプ製のピエゾメータを 1 プロット (40 × 80m) につき 20 点設置し、地下水位の観測と、地下水の採取を行った。

雨季と乾季に観測を行い、それぞれの地点における地下水位変動や地下水中溶存物質の空間分布の異なりについて調査した結果を報告する。

キーワード: 熱帯泥炭湿地, 地下水, 生物地球化学, 溶存有機物質

Keywords: Tropical Peatland, Groundwater, Biogeochemistry, Dissolved Organic Matter