

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：13201

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B））

研究期間：2018～2021

課題番号：18KK0295

研究課題名（和文）熱帯泥炭火災に由来する多環芳香族炭化水素と誘導体の土壌残存性とそのリスクの解明

研究課題名（英文）Impacts for risk of polycyclic aromatic hydrocarbons and their derivatives generated from tropical peat fires

研究代表者

倉光 英樹（Kuramitz, Hideki）

富山大学・学術研究部理学系・教授

研究者番号：70397165

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：近年、インドネシア共和国のスマトラ島やボルネオ島などで大規模な森林火災が頻発している。火災によって発生し、泥炭に残存する発がん性を示す多環芳香族炭化水素（PAHs）の濃度と動態をフィールド調査と室内実験の両側面から調査した。本研究の結果から、火災が発生した地点では未火災地と比べ、14 PAHsが高い値を示し、PAHs10年以上残留することが分かったが、火災跡地から採取した試料から強い遺伝毒性、変異原性はみられなかった。さらに、DOC濃度を一定に調整した各水抽出試料をラット副腎髄質腫由来PC12細胞に暴露した結果においても明確な毒性は認められなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界的な問題になっているインドネシアにおける泥炭火災によって発生する発がん性物質である多環芳香族炭化水素（PAHs）の生成、残存性、毒性をフィールド調査と室内実験から調査した。泥炭の加熱によりPAHsが生成することを室内実験で実証し、泥炭火災によって発生したPAHsは未火災地と比較して、数倍の濃度範囲で長期間泥炭中に残存していることを明らかにした。この濃度範囲のPAHsを含む泥炭は顕著な遺伝毒性や細胞毒性を示すのではないが、加熱された泥炭からは未加熱の泥炭よりも多くの有機物質の溶脱がみられたことから、火災により生成したPAHsの環境動態、特に水圏への移行などが懸念される。

研究成果の概要（英文）：In recent years, large-scale forest fires have frequently occurred on the Sumatra and Borneo in Indonesia. The concentration and dynamics of carcinogenic polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) generated by fires and remaining in peat were investigated from both field studies and laboratory experiments. The results of this study showed that 14 PAHs were higher in fire-affected sites than in unburned sites, and that PAHs persisted for more than 10 years, but no strong genotoxicity or mutagenicity was found in samples collected from the fire sites. Furthermore, exposure of rat adrenal medullary tumor-derived PC12 cells to water-extracted samples at constant DOC concentrations showed no clear toxicity.

研究分野：環境化学、分析化学

キーワード：熱帯泥炭火災 多環芳香族炭化水素（PAHs） 変異原性 細胞毒性 溶存有機物質

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、インドネシア共和国のスマトラ島やボルネオ島などで頻発している大規模な森林火災は、広大な熱帯雨林を焼失させるだけでなく、土壌である「泥炭」そのものが燃焼することで、潜在的な CO₂ の排出大国となっている（一説には泥炭の分解と火災で世界 5 位以内）。特に、メガライズプロジェクトと称された超大規模な国家的農地開拓に失敗したことで、低層湿地の乾燥化が進行している中央カリマンタン地域では、乾季における火災の頻発が顕著である。火災によって発生する煙霧（ヘイズ）には、強い発癌性や遺伝毒性などを示す化学物質群である多環芳香族炭化水素（PAHs）が高い濃度で含まれているため、インドネシアの越境ヘイズは深刻な国際的環境問題にもなっている。そのため、熱帯泥炭火災に由来するヘイズに含まれる PAHs の環境動態やヒトへの健康被害に関しては多くの研究が報告されており、ここ 10 年以上に渡ってその被害が深刻化していることが明らかになっている。

しかしながら、火災跡地の熱帯泥炭中に残存する PAHs の濃度や動態に関する研究はほとんど報告されておらず、熱帯泥炭火災における PAHs の生成機構にも不明な点が多い。「泥炭」や「泥炭地」に存在する地下水・表層水には高濃度の腐植物質が含まれており、化学物質の毒性や生体への取込量はそれらの化学的特性に大きく依存する。火災による加熱は泥炭中の溶存有機炭素（DOC）の化学的特性を大きく変化させ、一部の温度では大量溶脱を引き起こすことが明らかとなっている。DOC は土壌生態系や物質循環に重要な役割を果たしている。従って、火災による加熱が土壌中の DOC に及ぼす影響を評価することは重要である。泥炭火災の特徴は地表が燃焼する地表火だけでなく、地中がくん焼する地中火が発生することにある。しかしながら、これまでに地中火を考慮し土壌有機炭素への影響を評価した研究はなかった。本研究では、泥炭を実験室内で地表火、地中火を模した雰囲気下で加熱し DOC の量的・質的变化、および、その毒性を明らかにすることを目的とした。

2. 研究の目的

本研究では、フィールド調査研究と室内実験研究の両側面から、熱帯泥炭火災に由来する多環芳香族炭化水素（PAHs）の生成機構、および、泥炭中における PAHs の残留、水圏への移行挙動を解明し、さらに、PAHs を含む泥炭や水の毒性を複数の試験法により評価することで知見を得ることを目的としている。

3. 研究の方法

・サンプリング地点

ボルネオ島パラカラヤ周辺で 2017 年、2019 年に土壌を採取した（図 1）。2017 年は未火災地（NB）2 地点と火災後の経過年数が異なる 5 地点（2 年：B1・B2、8 年：B3、11 年：B4・B5）で、2019 年は NB2 地点と火災直後の 3 地点（B6、B7、B8）からそれぞれ採取した。

・基本パラメータの分析

採取した試料は乾燥後、2 mm のふるいにかかけ pH、電気伝導度（EC）、強熱減量、土壌粒子密度、元素組成を分析した。

・PAHs の分析

PAHs の抽出は超音波装置を用いた。抽出溶媒としてアセトン、ジクロロメタンを検討した。抽出物は環境省により定められた PAHs 分析操作を参考にシリカゲルカラムによるクリーンアップを行い、GC-MS で PAHs を分析した。PAHs はアメリカ環境保護庁でリストアップされている 15 種（Naph：ナフタレン、Acnlyl：アセナフチレン、Acena：アセナフテン、Fluo：フルオレン、Phen：フェナントレン、Anth：アントラセン、Fluant：フルオランテン、Pyr：ピレン、Bzaan：ベンゾ

(a)アントラセン、Chry：クリセン、BaP：ベンゾ(a)ピレン、Bzbf1：ベンゾ(b)フルオランテン、Bzkl1：ベンゾ(k)フルオランテン、Dibzan：ジベンゾ(a,h)アントラセン、Bzper：ベンゾ(ghi)ペリレン）を対象にした。また、5 種の重水素体 PAHs（ナフタレン-d8、アセナフチレン-d10、フェナントレン-d10、クリセン-d12、ペリレン-d12）をサロゲート化合物として、Hexachlorobenzene-13C6 を測定用内標準として添加した。

・水抽出成分の分析

採取した未火災地泥炭（NB1）を標準空気（O₂：N₂=2：8）或いは、窒素雰囲気下において 200、300、400 °C で加熱した。泥炭試料に純水を加え、24 時間振とう後、ろ過することで水抽出試料を得た。この試料の全有機炭素（TOC）濃度、分光学的パラメータ、蛍光特性、分子量を TOC 測定装置、分光光度計、三次元分光蛍光光度計、サイズ排除クロマトグラフより明らかに

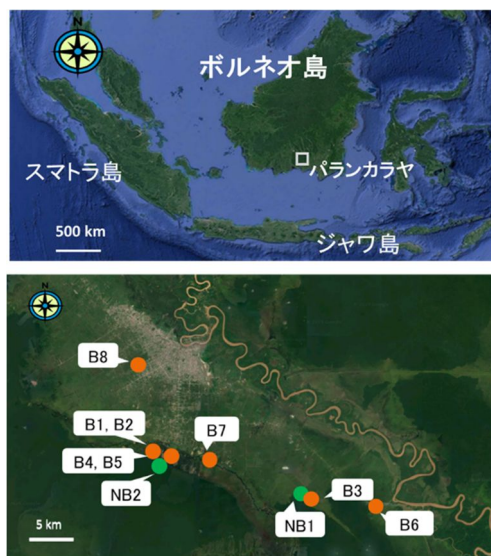


図1. サンプリング地点

した。また、各試料の抗酸化活性を 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) を用いた測定法により明らかにした。

・変異原性試験

分解瓶に土壌 5 g をとり、これに有機溶媒 30 mL を加え、振とう機で 200 rpm、15 分間振とうさせた後 5 分間超音波を照射した。その後、土壌抽出液をろ過し、ロータリーエポレーターで濃縮後、窒素ガスを吹き付けた。乾固させた抽出物を DMSO に溶解し、毒性試験に供した。遺伝毒性試験としては *umu* 試験法を用い、変異原性試験としては Ames 試験を実施した。

・細胞毒性試験

水抽出成分を 96well マイクロプレートに培養したラット副腎髄質腫由来 PC12 細胞に添加した。暴露から 24 時間後、細胞の生存率を MTT 比色量法から評価した。この手法は 3-(4,5-Dimethylthial-2-yl)-2,5-Diphenyltetrazolium Bromide (MTT) を基質とし、細胞の還元反応による Formazan の生成量から評価を行う。

4. 研究成果

・PAHs 分析の検討

未火災地で採取した泥炭 (NB1) を用い、PAHs-d の添加回収実験から、泥炭に適した PAHs 分析法を検討した。その結果を図 2 に示す。環境省の公定法(抽出溶媒: アセトン、前処理: アルカリ分解法) では PAHs-d の検出が困難であった。これは泥炭中に多く存在する高極性の有機成分が PAHs の検出を妨害している可能性を示している。従って、抽出溶媒としてより極性の低いジクロロメタンを選択した。その結果、フェナントレン-d10、クリセン-d12、ペリレン-d12 の回収率は全て 70% 以上を示し、泥炭に含まれる PAHs の分析を可能とした。

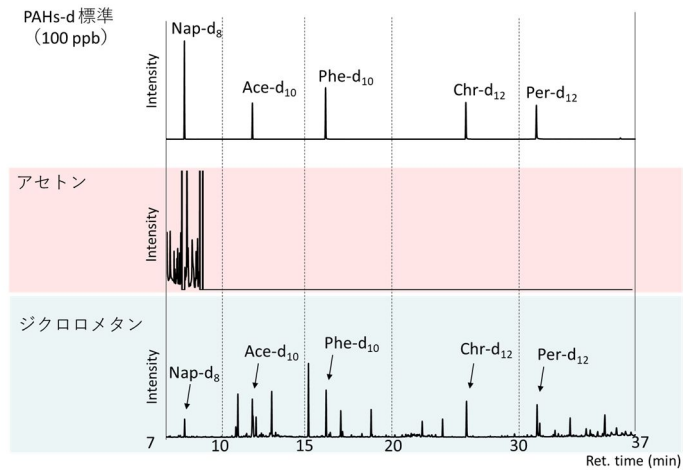


図2. PAHs-d を添加した未火災地泥炭より得られたクロマトグラム

・火災跡地の PAHs

確立した手法で、実試料を分析した結果を図 3 に示す。未火災地の平均と比較して全ての火災跡地で総 PAHs 濃度(14 PAHs、ナフタレンを除く)が 1.4 ~ 5.9 倍増加した。最も高い 14 PAHs は火災直後に採取した土壌 (B7) で得られた。また、11 年前の火災跡地 (B1、B2) でも未火災地と比較し、高い 14 PAHs が検出された。PAHs をベンゼン環数ごとに分別し、組成を評価した。PAHs は環数が多い化合物ほど毒性が高い傾向にある。火災直後に採取した土壌でベンゼン環を 4 環有する PAHs の濃度が増加していた。一方で、火災からの年数が経過するに従い、14 PAHs に含まれる 3 環の PAHs の割合は高くなっていった。火災直後の土壌を 1、2、4、8 週後に採取し、PAHs の経時変化を調査した。分析の結果、火災直後から 1 週間で 14 PAHs の 26% が減少し、その後ほぼ同値を示した。8 週間後の土壌に含まれる 14 PAHs は未火災地より 2.5 倍高かった。火災により生成した PAHs が土壌に残留する傾向を観察することができた。

・加熱による泥炭中の水溶性有機炭素の化学特性変化

標準空気及び窒素ガス下において加熱温度を 200 °C まで上昇させると溶脱する DOC 濃度は未加熱のものに比べ 1.5 ~ 3.5 倍に増加した (図 4A)。200 °C において標準空気下の DOC 濃度は窒素ガス下下比べて 100 ppm 高かった。一方、300 °C 以上では DOC 濃度は著しく低下していた。

また、UV-vis より、未加熱の泥炭が有する芳香族性の指標 E280 は 200 °C までの加熱で半分程度に減少し、300 °C では上昇した (図 4B)。加熱温度を 400 °C に上昇させると、標準空気下で加熱したものは芳香族性が上昇し、窒素ガス下では低下した。SEC では未加熱泥炭の DOC の数平均分子量が 7500 Da、重量平均分子量が 40000 Da であるのに対して、どちらの雰囲気でも

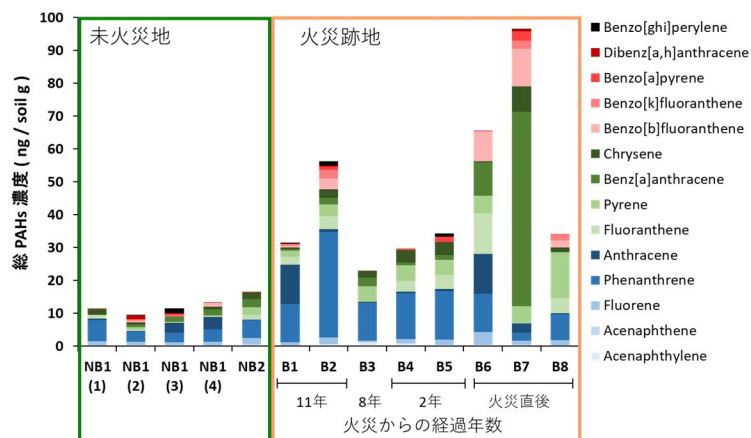


図3. 2017年および2019年に採取した未火災地と火災跡地土壌中のPAHs濃度

も加熱温度を上昇させた場合、400～1500 Da 程度まで減少した（図 4C、D）。標準空気及び窒素ガス下で加熱温度を 200℃まで上昇させると DOC 濃度は増加し、300℃以上で著しく減少し、平均分子量は温度依存的に減少した。また、質的变化では加熱した雰囲気による大きな違いがみられなかった。このことから泥炭火災は地表火のみが発生する森林火災に比べ、平均分子量の小さい DOC が大量に溶脱することが考えられる。よって、周辺の土壌や河川の炭素循環、および、化学物質の移行・挙動に影響を与える可能性がある。

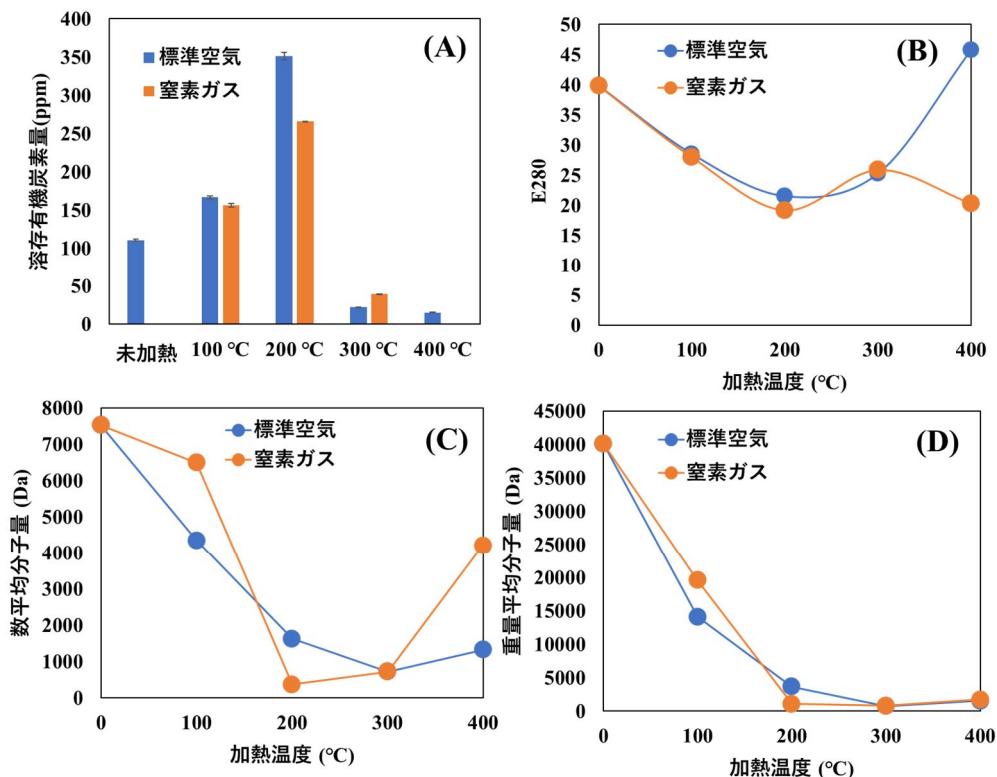


図4. 加熱によって生じる泥炭中の水溶性有機炭素の化学的特性変化

水抽出成分の抗酸化能を評価した結果を図 5 に示す。未加熱の泥炭からの水抽出物は、200℃で加熱した泥炭と比較して、3.8～5.1 倍の抗酸化能を示した。高温で加熱した泥炭から得られた水抽出試料からは抗酸化能みられなかったことから、加熱による分解で抗酸化能の低い物質に変性したと考えられる。以上の結果から、火災後の泥炭の水溶性成分は高い抗酸化能を有しており、細胞の酸化ストレスを軽減している可能性が示唆された。

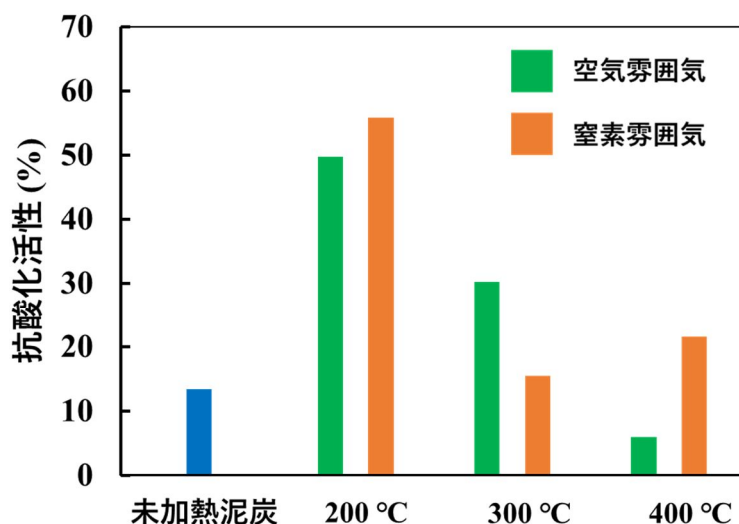


図5. 土壌水抽出成分の抗酸化活性

・変異原性試験

umu 試験ではアセトン、酢酸エチル、ジエチルエーテルの抽出物を *Salmonella typhimurium* TA1535 NM2009 株に曝露した。陽性対照物質として用いた AF-2 の用量反応曲線と共にその結果を図 6 に示す。アセトン抽出物からは火災から数年が経過した 1 地点 (B3) が擬陽性を示した。ジエチルエーテル抽出物でも同じ地点が擬陽性を示した。次にジエチルエーテル抽出物を用

いて Ames 試験を行った。この内、Ames 試験で一般的に使用される TA98、TA100、さらに PAHs に高い感受性を示す YG5161 株を用いた。その結果、umu 試験で擬陽性を示した土壌からは非代謝活性下と代謝活性下のいずれの条件からも明確な変異原性が検出されなかった。以上の結果から、インドネシア土壌のジエチルエーテル抽出物からは弱い遺伝毒性がある一方で、発がん性に結び付く明確な変異原性はみられないと結論付けた。

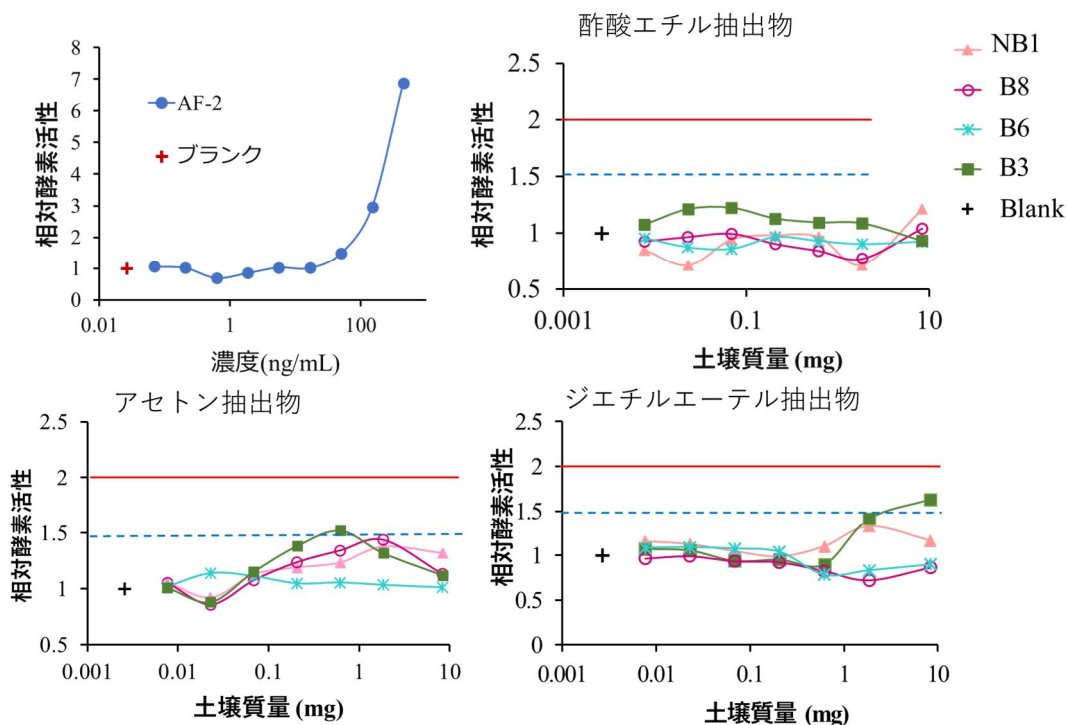


図6. 土壌抽出物の遺伝毒性

・細胞毒性試験

未加熱および異なる雰囲気下において 200 ~ 400 °C で加熱した土壌から得た水抽出試料を TOC 濃度が 1 ppm になるように PC12 細胞に 48 時間暴露した。毒性試験を行った結果、トリパンプルー法では生存率は 80 ~ 94%、MTT assay では、相対生存率は加熱温度が 200 °C までのもので 68 ~ 78%、300 °C 以上のもので 77 ~ 120% であった。どちらの雰囲気においても DOC の増加は細胞内のミトコンドリア活性に影響を与えることが考えられる。

5. まとめ

抽出溶媒およびアルカリ分解の有無に関する検討から、熱帯泥炭中の PAHs を対象にした GC/MS 分析手法を確立した。熱帯泥炭を実試料として分析した結果、火災が発生した地点では未火災地と比べ 14 PAHs が高い値を示し、10 年以上残留することが分かった。また、火災発生直後から PAHs の経時変化を同地点で実施した調査から明らかにした。分析の結果、火災直後から 1 週間で 14 PAHs の 26% が減少したが、その後はほぼ同値を示した。8 週間後の土壌に含まれる 14 PAHs は未火災地より 2.5 倍高く、火災により生成した PAHs が土壌に残留する傾向を観察することができた。この結果は、森林・泥炭火災が土壌生態系に及ぼす影響を評価する上で重要な知見となる。

火災跡地の泥炭中に含まれる溶存有機炭素(DOC)のキャラクタリゼーションと毒性評価を実施した。泥炭火災は、一般的な地表火に加え、地下の泥炭が燃える地中火が起こりやすい傾向がある。これに着目し、酸化的、還元的雰囲気下において異なる温度で加熱することで試料を調製した。その結果、以下の事が明らかになった。着火温度付近(200 °C)で加熱した泥炭からは、未加熱の土壌と比較して約 2 倍程度の DOC が溶脱する。異なる雰囲気下で泥炭を加熱しても、DOC の溶脱量は 200 °C 付近で増加する。これは、一般的な森林火災に比べ、地表火および地中火が共に生じる泥炭火災では DOC の損失が大きいことを示唆している。火災跡地から採取した試料から強い遺伝毒性、変異原性は観察されなかった。また、DOC 濃度を一定に調整した各水抽出試料をラット副腎髄質腫由来 PC12 細胞に暴露した結果、88 ~ 95% の生存率を示し、明確な毒性は認められなかった。酸化的、還元的雰囲気下において 200 °C で加熱した泥炭の水抽出物は未加熱の泥炭から得た試料と比較して 3.8 ~ 5.1 倍の抗酸化能を示した。これは、火災によって生じる水溶性有機成分の化学的特性変化は PAHs やその誘導体の移行挙動および毒性に影響を及ぼしていることを示している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 SAZAWA Kazuto, SUGANO Tomohiro, KURAMITZ Hideki	4. 巻 36
2. 論文標題 High-heat Effects on the Physical and Chemical Properties of Soil Organic Matter and Its Water-soluble Components in Japan's Forests: A Comprehensive Approach Using Multiple Analytical Methods	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 601 ~ 609
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.20SBP14	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Sazawa Kazuto, Kubota Daiki, Yoshida Hironori, Hata Noriko, Wada Naoya, Kuramitz Hideki	4. 巻 20
2. 論文標題 Evaluation of carbon mineralization and structural alterations of organic carbon in high-moor peat soils during incubation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Soils and Sediments	6. 最初と最後の頁 2843 ~ 2854
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11368-020-02637-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nanayama Yasuaki, Sazawa Kazuto, Yustiwati Yustiwati, Syawal M. Suhaemi, Fukushima Masami, Kuramitz Hideki	4. 巻 28
2. 論文標題 Effect of humic acids on the toxicity of pollutants to Chlamydomonas reinhardtii: Investigation by a microscale algal growth inhibition test	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Science and Pollution Research	6. 最初と最後の頁 211 ~ 219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11356-020-10425-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Islam Md Saiful, Sazawa Kazuto, Sugawara Kazuharu, Kuramitz Hideki	4. 巻 17
2. 論文標題 Micro-droplet Hydrodynamic Voltammetry for the Determination of Microcystin-LR Based on Protein Phosphatase	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Water and Environment Technology	6. 最初と最後の頁 18 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2965/jwet.18-040	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Sazawa Kazuto, Kawamura Kensuke, Yasuda Taisuke, Kuramitz Hideki, Wada Naoya	4. 巻 233
2. 論文標題 Assessing the spatial dispersion of products of the fumarolic activity using remotely sensed snow color in an alpine environment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Remote Sensing of Environment	6. 最初と最後の頁 111351 ~ 111351
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rse.2019.111351	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sazawa Kazuto, Wakimoto Takatoshi, Fukushima Masami, Yustiawati Yustiawati, Syawal M. Suhaemi, Hata Noriko, Taguchi Shigeru, Tanaka Shunitz, Tanaka Daisuke, Kuramitz Hideki	4. 巻 2
2. 論文標題 Impact of Peat Fire on the Soil and Export of Dissolved Organic Carbon in Tropical Peat Soil, Central Kalimantan, Indonesia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 692 ~ 701
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.8b00018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yoshida Hironori, Sazawa Kazuto, Wada Naoya, Hata Noriko, Marumo Katsumi, Fukushima Masami, Kuramitz Hideki	4. 巻 171
2. 論文標題 Changes in the chemical composition of soil organic matter including water-soluble component during incubation: A case study of coniferous and broadleaf forest soils	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 CATENA	6. 最初と最後の頁 22 ~ 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.catena.2018.06.032	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sazawa Kazuto, Yoshida Hironori, Okusu Katsuya, Hata Noriko, Kuramitz Hideki	4. 巻 25
2. 論文標題 Effects of forest fire on the properties of soil and humic substances extracted from forest soil in Gunma, Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Environmental Science and Pollution Research	6. 最初と最後の頁 30325 ~ 30338
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11356-018-3011-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takahiro SASAKI, Ayano YAMASHITA, Norifumi TERUI, Toshiaki HATTORI, Shunitz TANAKA	4. 巻 36
2. 論文標題 Evaluation of Removal Behavior of Cesium in Contaminated Soil Based on Speciation Analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 589-594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.19SBP12	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 原聖樹・倉光英樹・佐澤和人
2. 発表標題 熱帯泥炭土壌を起源とする煙霧に含まれる多環芳香族炭化水素のGC-MS による定量
3. 学会等名 2020年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大木俊平・佐澤和人・藏崎正明・倉光英樹
2. 発表標題 ラット副腎髄質腫由来PC-12細胞を用いた熱帯泥炭火災跡地の土壌が有する毒性の評価
3. 学会等名 2020年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 廣多啓輔・波多宣子・倉光英樹・佐澤和人
2. 発表標題 熱帯泥炭に含まれる多環芳香族炭化水素GC/MS 分析に関する研究
3. 学会等名 第38回分析化学中部夏期セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 廣多啓輔・佐澤和人・波多宣子・倉光英樹
2. 発表標題 熱帯泥炭火災跡地に生成する多環芳香族炭化水素に関する研究
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐々木隆浩, 濱田卓弥, 佐藤浩輔, 村井毅
2. 発表標題 バイオ応用のための配位型分子修飾磁性ナノ粒子の安定性評価
3. 学会等名 日本化学会 第100春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原聖樹・廣多啓輔・佐澤和人・倉光英樹
2. 発表標題 熱帯泥炭土壌を起源とする森林火災煙に含まれる多環芳香族炭化水素の濃度および組成に加熱雰囲気を与える影響評価
3. 学会等名 第52回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 阿部隼也・倉光英樹・佐澤和人
2. 発表標題 好気的および嫌気的条件下の加熱により熱帯泥炭中に生成する多環芳香族炭化水素の濃度・組成に関する研究
3. 学会等名 2021年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小山華慧・佐澤和人・倉光英樹
2. 発表標題 腐植物質の新しい化学的特性評価法の開発を目的とした電荷移動型蛍光色素の探索
3. 学会等名 2021年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 息野彩・佐澤和人・倉光英樹
2. 発表標題 蛍光消光法による多環芳香族炭化水素誘導体の腐植物質への分配と溶解度変化の評価
3. 学会等名 2021年度日本化学会近畿支部北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大木俊平・佐澤和人・藏崎正明・倉光英樹
2. 発表標題 熱帯泥炭土壌の加熱により生じる水溶性有機成分の化学的特性の変化と毒性評価
3. 学会等名 第56回日本水環境学会年会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>Kuramitz's Laboratory - 富山大学理学部 https://www.sci.u-toyama.ac.jp/env/kuramitz/index.html</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	佐々木 隆浩 (Takahiro Sasaki) (20714489)	北海道医療大学・薬学部・助教 (30110)	
研究分担者	斎藤 健 (Ken Saito) (40153811)	北海道大学・保健科学研究所・教授 (10101)	
研究分担者	藏崎 正明 (Masaaki Kurasaki) (80161727)	北海道大学・地球環境科学研究所・准教授 (10101)	
研究分担者	佐澤 和人 (Kazuto Sazawa) (80727016)	富山大学・大学院理工学研究部(理学)・助教 (13201)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関