

2022年6月3日(金)・9日(木)・16日(木)開催 連続セミナー「森林火災と地球温暖化—燃える森から地球の未来を守れるか」

https://www.gef.or.jp/news/event/ffseminar_1/

第3回セミナー

世界の森林火災と気候変動—対策は間に合うのか？

日本大学 生物資源科学部
串田圭司教授

はじめに

森林火災は地球温暖化で増えるのでしょうか？森林火災が増加すると大気中の二酸化炭素が増えること、そして、二酸化炭素が増加すると気温が上昇することは広く認められています。問題は、気温が上昇すると森林火災が増えるかどうかです。この点を解明しなければいけません。森林火災が増えるのであれば、結果が原因を増強することになります。今のところ、この悪循環があるのか、どの程度強いのかについてはよく分かっていません。

森林火災・原野火災について

主要な原因：火の不始末

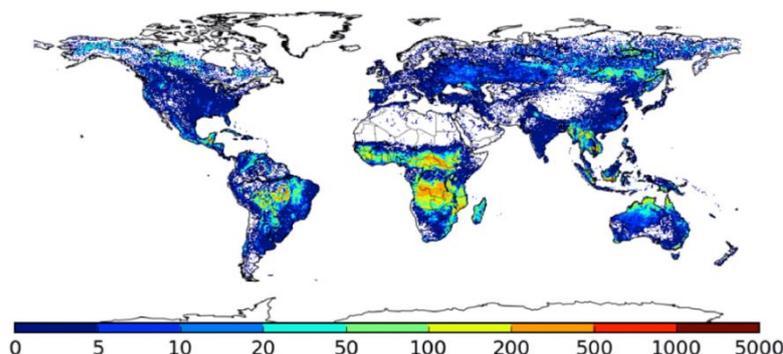
森林・原野火災の主要な原因は、北米以外では火の不始末とされています。乾燥していると、ほんのちょっとしたたき火でも燃え広がることがあります。焼畑についても、通常は雨期になって火を制御できるのですが、異常気象のため非常に乾燥した状態のなかで焼畑を行うと、思いのほか火災が広がる場合があります。一回の発火原因で際限なく広がることもあるのです。なお、北米では燃焼面積の9割が落雷となっています。落雷も、地球温暖化で増えると言われてしています。

森林火災とカーボンニュートラル

土地面積あたり炭素放出量(1997~2016年)(**図表1**)をみると、目立つのがアフリカ、アマゾン、インドネシア、オーストラリア、シベリア、アラスカです。なかでもアフリカでの放出が大きくなっています。ただし、アフリカでは火災で燃えた後、森林は素早く回復します。もとの森林の状態に生長したら二酸化炭素の量は差し引きゼロになるのです。そのため、長い間、森林火災が世界中で起こっていても問題ないと考えられてきました。科学者のなかでは森林火災はカーボンニュートラルと言われていたのです。しかし1990年代から突然、森林火災は二酸化炭素を出している、と言われるようになりました。その理由は、とくにインドネシア、北方林、オーストラリアで森林が元通りに回復していないためです。

図表 1

原野・森林火災による土地面積あたり炭素放出量
1997年から2016年の平均値(gCm⁻²year⁻¹)



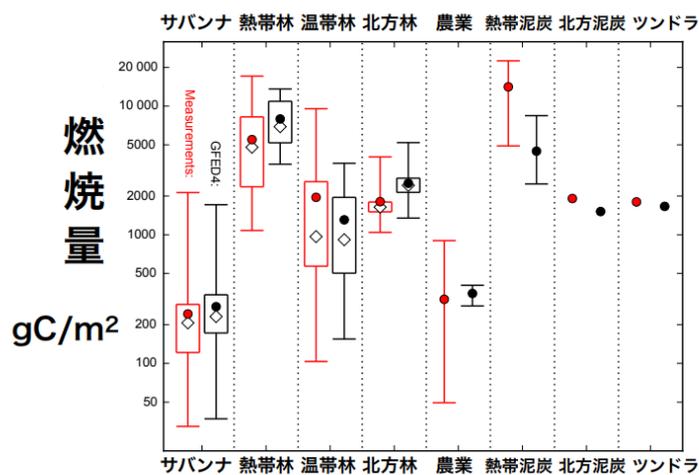
各地域の森林火災の特徴

アフリカは、火災による二酸化炭素放出の半分を占めており、平均 5~8 年という短周期で火災が発生しています。しかし、植生回復で二酸化炭素は吸収されています。

アフリカに比べて、熱帯泥炭、熱帯林、北方林の火災での燃焼量は大きくなっています。北方泥炭やツンドラも意外に大きいのです (図表 2)。

図表 2

植生帯による火災面積あたり燃焼量の違い



van der Werf, G.R. et al. (2017) Global fire emissions estimates during 1997–2016. Earth Syst. Sci. Data, 9, 697–720.

南米での森林火災は、サバンナでの火災が 6 割ほどを占めています。平均 54 年と、長周期で森林火災が発生し、植生回復で二酸化炭素が吸収されています。南米では森林火災よりも伐採が問題とされています。

オーストラリアでは、サバンナ火災が 9 割を占め、平均 14 年ごとに火災が発生していま

す。オーストラリアでは火災の頻度や吸収量の観点よりも、種子が芽吹くための条件、土壌流出など、植生回復に関わることが問題となっているようです。

赤道域アジアでは、大規模な泥炭火災が発生した1997年に、化石燃料由来の二酸化炭素の量の15～20%が泥炭火災によって放出されました。泥炭火災では、1000年という長い年月に植物が蓄積した炭素が1回の火災で燃えてしまいます。泥炭は多くの炭素を蓄えていて、回復するのに1000年かかります。そこで、泥炭火災については、二酸化炭素の純粋な放出とカウントすべきだとされています。

北方林では、雷による発火が9割を占めています。過去60年で、火災間隔は220年から160年と60年縮まりました。

さらに、北方林（アラスカ、シベリア）の火災は、熱帯泥炭と共通点があります。泥炭は、土の上に積もった植物が吸収した1000年分の炭素です。それに対して北米も同じように植物が吸収した二酸化炭素が有機物になって土に積もっている場所です。泥炭の場合は、水が多く溜まっていることによって分解が抑えられて、有機物が蓄積しているのですが、北方林は、寒くて有機物が分解されずに冷凍保存されている状態になっています。それが温暖化によって土の中の温度が0度以上となり、有機物が分解され始めているのです。ただ、北方林火災での放出量自体は少なくなっています。

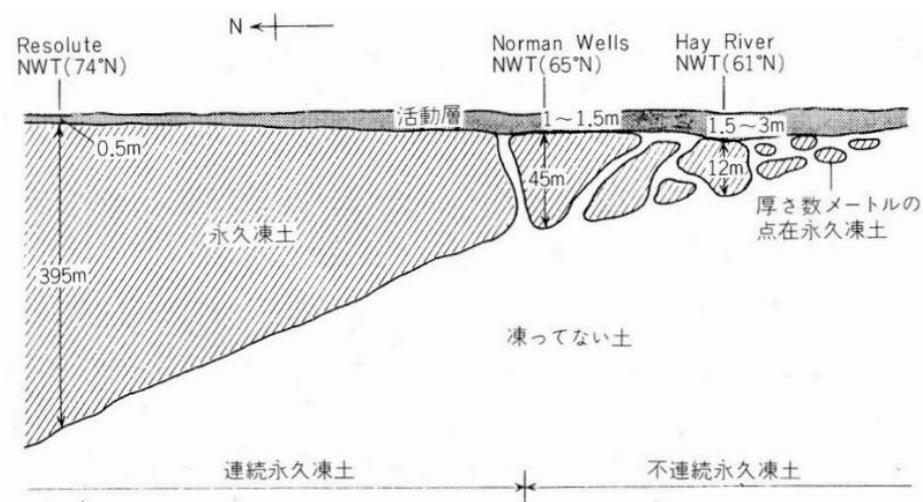
永久凍土について

永久凍土には、地面の90%以上が年中凍っている連続永久凍土帯、1割から5割の土地が年中凍っている散在永久凍土帯、これらの中間地帯である不連続永久凍土帯があります（**図表3**）。ただし、年中凍結しているのは地面から50センチ、せいぜい1メートルより下の部分で、植物が育つための土壌は夏には溶けます（**図表4**）。さらに、その下の部分は凍っているので、この部分に水が溜まることとなります降水量は少ないのですが、それでも大森林帯ができるのは、夏になると水がたまるためです。北方林火災は、散在帯から不連続帯で多く起こっています。シベリアには連続永久凍土帯が広く見られますが、この連続帯でも火災が起こっています。

図表3 永久凍土の分布



図表4 カナダの永久凍土の厚さ



木下誠一

北から南にかけての断面図 (R. J. E. Brown: Permafrost in Canada, 1970 より).

永久凍土の炭素蓄積量

さきほど、泥炭の炭素蓄積量は 1000 であるとお話ししましたが、永久凍土には 1700 の炭素が蓄積されています。1700 のうち 1000 は表層 3 メートルより浅いところにあり、これら浅い部分の有機物は容易に分解します。有機物の分解は温度が上昇すると加速度的に分解量が増えると言われてます。そのような危険をはらんでいるところなのです。なお、現在の大気中の二酸化炭素は 830、産業革命以降の人為起源の大気中の二酸化炭素量は 400 です。永久凍土や泥炭の炭素蓄積量がいかに多いかが分かります。また、地球の植生に蓄えられている炭素は 500 ほどですので、それと比べても土の中に炭素蓄積量が多いことが明らかです。

北方林火災の影響

北方林の樹木の炭素蓄積量は、土壌と比べて半分程度です。また、樹木は 200 歳までいくと育たなくなり、炭素蓄積量も頭打ちとなります。炭素蓄積量が多いのは土壌で、コケ類を含んでいます。永久凍土の上に成立する森林帯は、土壌の表層にコケ類、地衣類等を含むというのが特徴となっています。火災によって燃えるのもコケ類を含む土壌が多いのです。

火災間隔が 220 年から 160 年になっても、森林が元通りに再生するのであれば二酸化炭素の収支に関しては問題ないのですが、平均樹齢が若くなると、森林が小さくなり（森林劣化とも言います）、言い換えれば二酸化炭素が大気中に出ていることになります。このような影響がまずは考えられます。

もう一つ、この地域で問題になっているのは、火災が起きることによって表面のコケ類が燃えるということです。コケ類は断熱材としての役割を持っています。夏にどれだけ温度が

上がるかが有機物分解に関わってくるのですが、断熱材としてのコケ類が燃えると、土壌が暖められ、有機物の分解がすすむのです。先ほど申し上げたとおり、永久凍土帯は、降水量が少ないのに水がたまりやすい場所です。別の言い方をすると池ができやすい。そのため、池ができると少し深い所では植物が育たなくなります。つまり森林破壊が起きます。森林火災は、こうした池（熱融解湖）の形成を加速しているのではないかとされています。池の形成は、森林減少だけではなく、メタンの放出にも関わっています。

火災後、ミズゴケが回復するのは、黒トウヒが成長して日陰が形成された後になるため、100年後になります。ミズゴケがない状態が長いと、地中の温度が上昇して有機物分解がすすみ、二酸化炭素が放出されます。ミズゴケに覆われていない土壌は森林火災前より5度ほど高くなっています。5度高くなることによってどの程度、二酸化炭素を放出しているかについては、我々のデータだと、2倍ほどになっています。

温暖化によって森林火災は増えるか？

今後、地球温暖化に伴って世界的に極端な乾燥が増えると予測されています。また、北極圏では2100年に落雷が2倍になるとされています。さらに、雪の下で煙がくすぶり続け、春がきて燃え広がるという冬越し火災が、最新の研究成果では4割ほどにのぼっています。

では、温暖化によって森林火災は増えるのでしょうか？

Anaktuvuk River Fire, アラスカツンドラ 2007年、1000km²を燃焼



Credit: Bureau of Land Management

各地域での研究の成果

ロシアが、平年に比べて12度高い熱波（高温と乾燥が同時におとずれる）に見舞われたときに、大規模な森林火災が起きました。温暖化すると熱波の頻度が高まり、大森林火災に

結びつくと言われていました。

雷が多いカナダでは、燃焼面積と気温の相関関係が高いと言われていました。近年、カナダで、森林の燃焼面積が増えています。その要因は乾燥の度合いが高まっていることに加えて、雷による発火ではないかとされています。カナダとアラスカでは、乾燥によって火災が発生していることが、広く検証されています。

シベリアについては近年、火災の増加はみられず、乾燥との対応も曖昧です。そうは言っても、乾燥度はこの100年間で急上昇しています。乾燥した日がシベリアでは1.5~2倍増えています。

ツンドラについてはより急速に火災が増加する恐れがあります。降水量は平年並みでも、夏の気温が平年より高いときには大きな火災が起きています。温暖化で世界全体で2度上昇しているときに、ツンドラでは平均以上に上昇しています。今後の温度上昇によってどれだけ燃えるのか心配されます。

前述のように、極端な乾燥と北極圏での落雷増加の予測、そして冬越し火災によって、今後、この地域では森林火災が増えると考えられています。

2019年は世界で火災が多く起きた年です。2021年もかなり燃えました。シベリア、北米の森林が燃えた年です。今年に入って、シベリアですでに燃えているという情報が入ってきています。通常、シベリア・アラスカは夏に火災が多いのですが、5月にすでに火災が起きています。年々、火災のニュースにふれる機会が多くなったと思います。

北方森林については、気温上昇が、森林火災増加をもたらすという関係を裏付けるデータが集まってきていると思います。より実態を把握していくことが研究のテーマになってきますし、それを踏まえて対策に生かしていかなければなりません。

対策は間に合うのか？

間に合うかどうか考えずに温室効果ガス発生削減に向けて対策しなければいけないのが現状です。森林・原野火災の予防策としては、防火帯の設置、延焼抑制のための森林管理、森林や泥炭地の過度な開発の抑制、カナダで行われているような極端な乾燥時の森林立入の抑制、火災後の土壌保全や植生更新の促進、早期の消火体制の整備、現在分かっていない現象の解明等が挙げられます。

6月30日公開