

皆さん知ってのとおり、地球温暖化を引き起こしている大気中の二酸化炭素濃度の上昇は、主に、私たち人間の活動によるものです。今回、土壌からの自然に放出される二酸化炭素量が年々増加しており、2008 年には人間活動によるものの 10 倍に達したことがわかりました。何が原因でしょうか？どうやら、温暖化がさらなる温暖化を進めるスパイラルのようです。

nature news

語数：528 words 分野：地球科学・大気科学・気候学・気候変動

Published online 24 March 2010 | Nature | doi:10.1038/news.2010.147

<http://www.nature.com/news/2010/100324/full/news.2010.147.html>



ISTOCKPHOTO

Soils emitting more carbon dioxide

Trend could exacerbate global warming.

Janet Fang

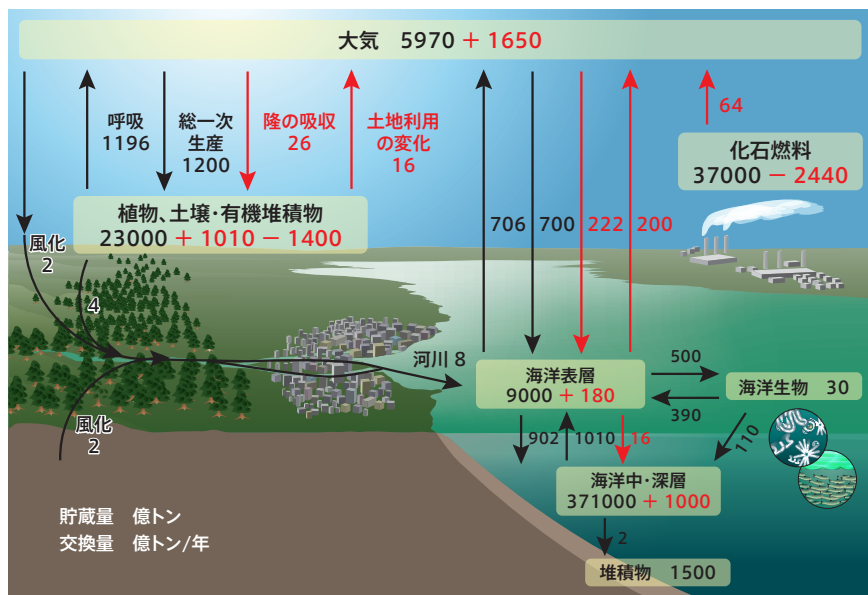
1. Soils around the globe have increased their emissions of carbon dioxide over the past few decades, according to an analysis of 439 studies.
 2. The findings¹, published in *Nature* today, match predictions that increasing temperatures will cause a net release of carbon dioxide from soils by triggering microbes to speed up their consumption of plant debris and other organic matter.
 3. Ben Bond-Lamberty and Allison Thomson, terrestrial carbon research scientists at the University of Maryland's Joint Global Change Research Institute in College Park, conducted the study by stitching together almost 50 years of soil-emissions data — 1,434 data points — from 439 studies around the world. To compare measurements, the researchers accounted for differences between the studies, such as mean annual temperatures and techniques used to gauge carbon dioxide levels. They totalled the data for each year to create a global estimate of soil respiration — the flux of carbon dioxide from the ground into the atmosphere.
 4. The researchers found that soil respiration had increased by about 0.1% per year between 1989 and 2008, the span when soil measurement techniques had become standardized. In 2008, the global total reached roughly 98 billion tonnes, about 10 times more carbon than humans are now putting into the atmosphere each year. The change within soils "is a slow increase, but the absolute number is so large, even a small percentage increase is quite a bit," says Bond-Lamberty.
 5. "There are a few plausible explanations for this trend, but the most tempting, and perhaps most likely explanation is that increasing temperatures have increased rates of decomposition of soil organic matter, which has increased the flow of CO₂," says Eric Davidson, a biogeochemist at the Woods Hole Research Center in Falmouth, Massachusetts. "If true, this is an important finding: that a positive feedback to climate change is already occurring at a detectable level in soils."
- Unknown cause**
6. The extra soil emissions could come from two types of sources: microbes and plants. If plant roots are emitting more carbon dioxide, the additional flux could be balanced by increasing rates of photosynthesis, resulting in no net increase in atmospheric carbon dioxide.
 7. In contrast, warming soils could prompt microbes to break down old sources of carbon that have been locked away for a long time. This would cause a net increase in the atmosphere's store of carbon dioxide.
 8. Although the study shows an increase in respiration, it can't distinguish between the two potential causes.
 9. Researchers who study soil carbon say they are impressed with the huge undertaking. "It's extremely difficult to compare soil respiration measurements between different experiments, let alone different regions of the world," says Dustin Bronson from the University of Wyoming in Laramie.
 10. William Schlesinger, president of the Cary Institute of Ecosystem Studies in Millbrook, New York, says the new study should motivate further work on the response of the carbon cycle to a warmer world.
 11. Thomson and Bond-Lamberty agree that their work is just a beginning. They have started an online global soil respiration database² to which researchers can contribute additional studies as they are completed. Over time, says Thomson, "we can see if this relationship holds up".
- Reference
1. Bond-Lamberty, B. & Thomson, A. *Nature* **464**, 579-582 (2010)
 2. Bond-Lamberty, B. & Thomson, A. *Biogeosci. Discuss.* **7**, 1321-1344 (2010).

TOPICS

炭素循環 (Carbon cycle)

地球上の生物圏・気圏（大気圏）・水圏・岩石圏の間での炭素の循環のこと。主に次のような過程がある。

1. 海洋表層での吸収
大気中の CO_2 が直接海水に溶け込む。
植物プランクトンや海藻が光合成を行って CO_2 を固定。
生物の呼吸で排出された CO_2 が溶解。
2. 海洋表層と深層での CO_2 の交換
海洋生物の死骸は排泄物が沈降して分解され、中・深層へと炭素が運ばれる。
表層水が特定の海域で冷却されると沈み込み、溶存無機炭素を深層へ運ぶ。深層水はやがて上昇し、表層へ炭素を運ぶ。
3. 陸上植物の光合成による CO_2 の吸収（一次生産）
4. 生物活動（呼吸・分解）による CO_2 の放出
5. 化石燃料の燃焼など、人間活動に伴う CO_2 の放出



IPCC 第 4 次報告書 (2007) をもとに作成。数値は、炭素重量、囲み内は貯蔵炭素量、矢印は交換量を表す。黒字は自然の循環、赤字は人間活動による循環を示す。自然の交換収支は 0 になる。

SCIENCE KEY WORDS

タイトル **carbon dioxide:** 二酸化炭素、 CO_2

1904 年には 6 億 2400 万トンだった地球の総 CO_2 排出量は、2004 年には 79 億 1000 万トンに増加した。

リード **global warming:** 地球温暖化

原因は、 CO_2 をはじめ、メタンや代替フロンなどの温室効果ガスの大気中濃度が高くなることである。

2. **microbes:** 微生物2. **organic matter:** 有機物

有機化合物のこと。炭素化合物をさすが、 CO_2 や CO 、金属の炭酸塩・シアン酸塩など、少数の簡単な化合物は含まれない。

3. **terrestrial:** 地球の、陸生の3. **soil respiration:** 土壌呼吸

土壌表面から大気中へ CO_2 が放出される現象。植物の根の呼吸や、微生物の有機物分解による。

3. **flux:** フラックス

ここでは、単位時間内に単位面積を通過する物質やエネルギーなどの量のこと。

3. **atmosphere:** 大気、気圏

地球の大気の大部分は、窒素 (78%) と酸素 (21%) が占めており、残りを水 (1 ~ 2.8%)、アルゴン (0.93%)、二酸化炭素 (2007 年現在、0.038%)、以下微量の一酸化炭素、ネオン、ヘリウム、メタンなどが構成している。

5. **positive feedback:** 正のフィードバック

フィードバックとは、あるシステム内で、出力 (結果) 側の信号を入力 (原因) 側に戻すこと。この結果、出力側の信号が増幅されることを正のフィードバックといい、信号が減少ことを負のフィードバックという。気候変動の正のフィードバックとは、温暖化が原因で生じた現象がさらに温暖化を加速させることをいう。例えば、北極海の氷が解けたために海が露出して太陽熱の吸収量が増加する、永久凍土の融解により、閉じ込められていたメタンなどの炭化水素の放出や生態系の呼吸の増加が生じるなどである。

6. **photosynthesis:** 光合成

植物や光合成細菌が、光をエネルギーとして、 CO_2 と水や硫化水素などからグルコースのような有機物を合成する過程。

WORDS AND PHRASES

タイトル **emit(ing):** 「放出する」、1 行目の emission は名詞形。

リード **exacerbate ~:** 「~を悪化させる」

2. **net:** 「純~」

2. **debris:** 「残骸」、「破片」、「がれき」

3. **stitch(ing) together ~:** 「~をまとめる」、「~をつなぎ合わせる」

3. **gauge ~:** 「~を測定する」

4. **span:** 「期間」、「時期」

5. **plausible:** 「なるほどと思わせる」、「信頼のおけそう」

7. **prompt [名詞] to [動詞]:** 「[名詞] に [動詞] させる」

7. **break down:** 「分解する」。“decompose” と同義。

7. **lock(ed) away:** 「貯蔵する」、「しまい込む」

9. **undertaking:** 「研究事業」

9. **let alone ~:** 「~はなおさらだ」

10. **motivate ~:** 「~を活発化させる」

10. **work on ~:** 「~に関する研究」

11. **~ hold(s) up:** 「~が正しいということがわかる」

参考訳

土壌からの二酸化炭素放出量が増えている

この傾向は、地球温暖化を悪化させる可能性がある。

ジャネット・ファング



ISTOCKPHOTO

この 50 年間で、土壌から放出される二酸化炭素の量が増えているが、その原因は不明である。

- 439 件の研究を分析した結果、過去数十年の間に、全世界の土壌から放出される二酸化炭素の量が増えたことが判明した。
- 本日発行の *Nature* に掲載されたこの知見¹は、気温が上昇すると微生物による植物残渣やその他の有機物の摂取が加速し、土壌からの二酸化炭素の純放出量が増加するという予測と一致している。
- メリーランド大学地球環境変化合同研究所（米国カレッジパーク）で陸域炭素を研究する Ben Bond-Lamberty と Allison Thomson は、世界各地の 439 件の研究による約 50 年分の土壌二酸化炭素放出量データ（データ点は 1434）をまとめることで今回の研究を行った。測定値の比較に当たり、彼らは各研究が行われたときの年平均気温や二酸化炭素濃度の測定技術などの差異を考慮に入れた。そして、それぞれの年のデータを合計し、土壌呼吸（地表から大気中への二酸化炭素フラックス）の全球的推定値を作成した。
- その結果、土壌測定技術が標準化された 1989 年から 2008 年の間に、土壌呼吸が毎年約 0.1% ずつ増加していたことがわかった。2008 年には、土壌呼吸の全球総計が約 980 億トンに達した。この量は、人間が 1 年間に大気中に放出している二酸化炭素量の約 10 倍に相当する。土壌呼吸の変化は「緩やかな増加といえます。けれども、数字そのものが非常に大きいので、増加率が小さくても増加量は非常に大きくなります」と Bond-Lamberty は話す。
- ウッズホール研究センター（米国マサチューセッツ州ファルマス）で生物地球化学を研究する Eric Davidson は「この傾向に関しては、なるほどと思わせる説明がいくつかあります。その中で最も魅力的で、おそらく最も正しいのは、気温の上昇によって土壌有機物の分解が速まり、二酸化炭素流量が増加した、という説明です。この説明が正しいなら、今回の知見は重要な意味をもっています。土壌中で、気候変動に対する正のフィードバックが検出可能なレベルで起きていることになるからです」と話す。
- 原因はしぼり切れず**
土壌からの二酸化炭素放出量が増えた原因としては、微生物と植物の 2 つが考えられる。植物の根から放出される二酸化炭素量が増えているのなら、二酸化炭素フラックスの増加は光合成の促進によって相殺され、大気中の二酸化炭素濃度には純増加が生じない可能性がある。
- 一方、土壌の温度が上昇すると、長い間貯蔵されていた古い炭素源が微生物によって分解されるようになる可能性がある。そうならば、大気中に貯蔵される二酸化炭素量が純増するかもしれない。
- 今回の研究では、土壌呼吸が増加していることは示されたが、この 2 つのいずれが原因なのかを特定することはできなかった。
- 土壌炭素の研究者らは、この困難な研究がなしとげられたことに感銘を受けたと話している。ワイオミング大学（米国ララミー）の Dustin Bronson は次のように語る。「異なる実験による土壌呼吸の測定値を比較することは極めて難しいのです。世界の異なる地域での測定値を比較するとなるとなおさらです」。
- ケアリー生態系研究所（米国ニューヨーク州ミルブルック）の William Schlesinger 所長は、今回の研究がきっかけとなり、地球温暖化に対する炭素循環の応答についての研究が進むはずだ、と話す。
- Thomson と Bond-Lamberty の研究が始まったばかりであることは、本人たちも認めている。彼らは、全球土壌呼吸のオンラインデータベース²を始動させた。このデータベースには、新たに得られた研究結果を投稿できるようになっている。「この関係（地球温暖化に対する炭素循環の応答）が正しいかどうかは、そのうち明らかになるでしょう」と Thomson は話している。
(翻訳：菊川要)