

Climate Change: A Controlled Experiment

Scientific America, March 2010, 32-37



Stan D. Wullschleger / Maya Strahl

テネシー州にある米国立オークリッジ研究所植物システム生物学グループのリーダー
**A climate change biologist and leader of the Plant Systems Biology Group
at Oak Ridge National Laboratory in Tennessee.**



Scientists have carefully manipulated grasslands and forests to see how precipitation, carbon dioxide and temperature changes affect the biosphere, allowing them to forecast the future

降水量や二酸化炭素濃度、気温の変化が生態系に及ぼす影響を知るため草原や森林で、環境を人為的に操作する実験が行われている

FACE CO2 fumigation system

実際の生態系で植物の応答を見る

■ 森林や草原，農耕地の気温やCO₂濃度，降水量を人為的に変え，そこに生育する植物が気候の変化にどのような反応を示すかを明らかにしようとしている。
Researchers are artificially altering temperature, CO₂ and precipitation levels across plots of forests, grasses and crops to see how plant life responds.

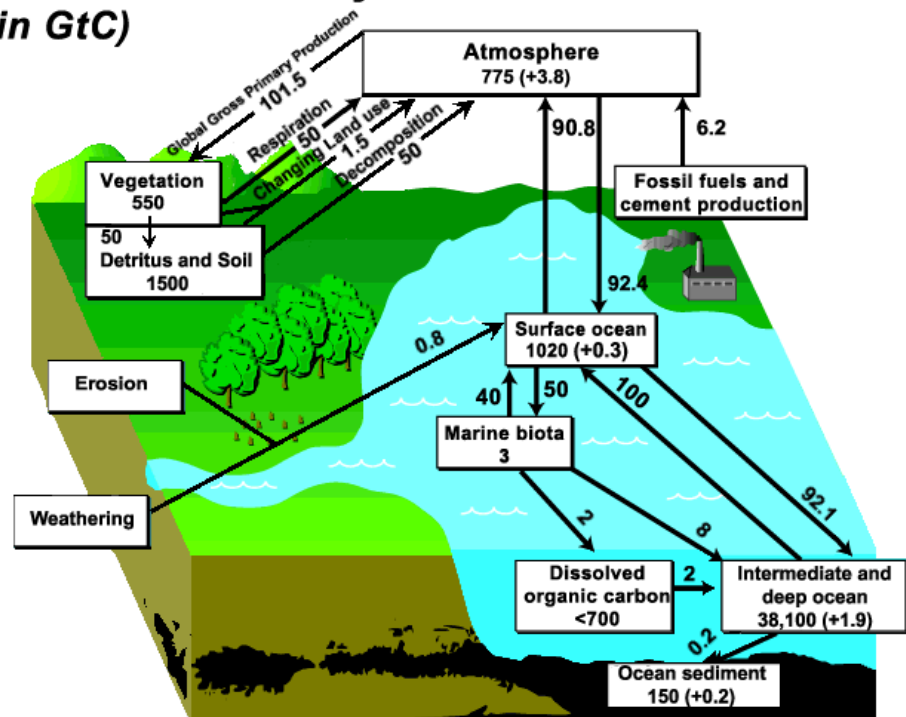
■ 気温とCO₂濃度が上昇すると，一般には葉の成長が促進され，作物の収量は増加する。しかし，植物の害虫や病気への抵抗力が弱まるだけでなく，害虫そのものも増えるおそれがある。

Warmer temperatures and higher CO₂ concentrations generally result in more leaf growth or crop yield, but these factors can also raise insect infestation and weaken plants' ability to ward off pests and disease.

■ 気温, CO2濃度, 降水量の3つの気候要因を同時に操作できる野外実験が実施されれば, 長期的な環境変化が世界の各種生態系に及ぼす影響を予測理解するモデルを構築できるだろう。

Future field experiments that can manipulate all three conditions at once will lead to better models of how long-term climate changes will affect ecosystems worldwide.

Global Carbon Cycle (1992-1997)
(in GtC)



气象条件 : climate conditions in the prediction of factors affecting ecosystem function

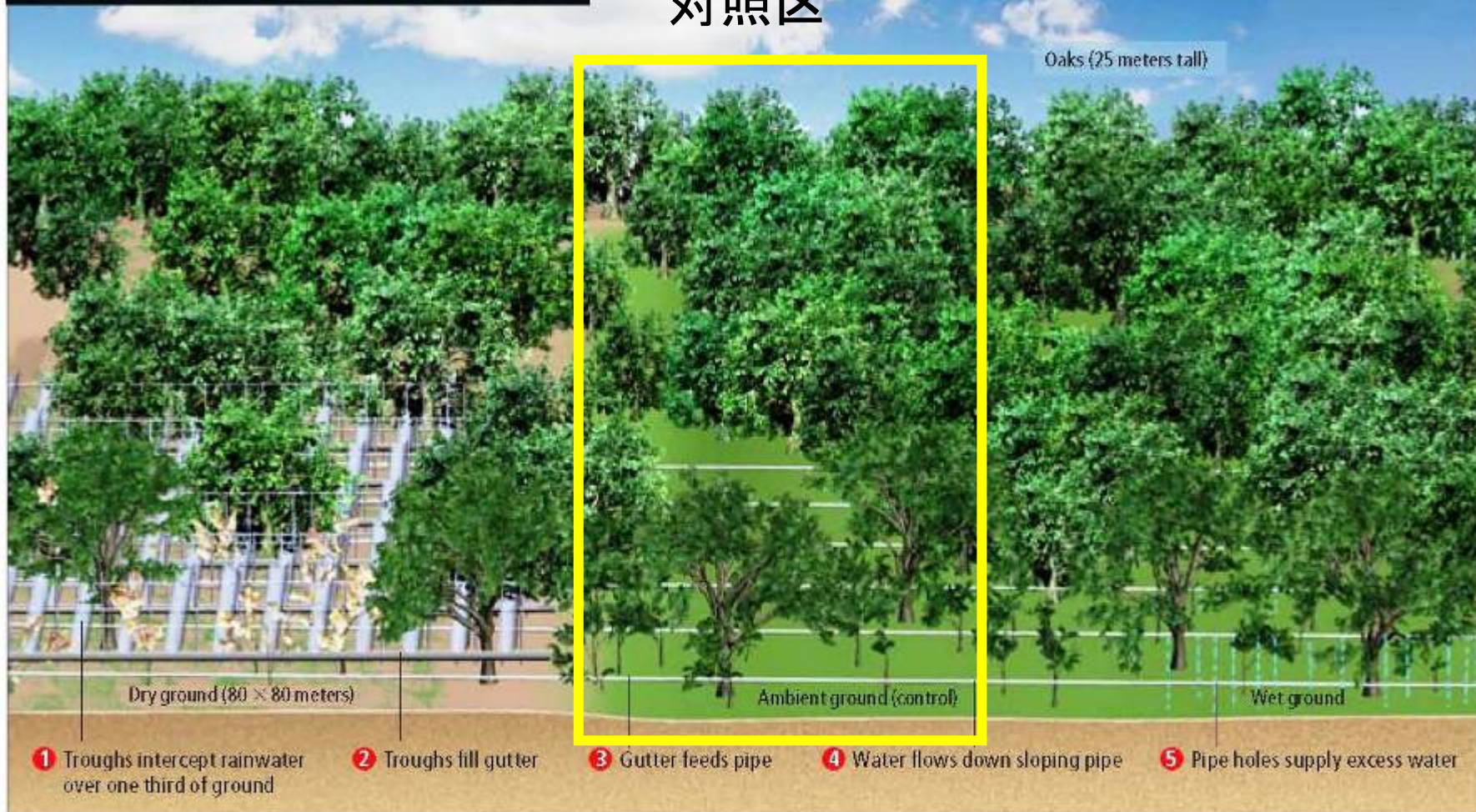
1. 降水量 precipitation

2. CO₂ elevated atmospheric CO₂

3. 气温 elevated atmospheric temperature

THROUGHFALL DISPLACEMENT EXPERIMENT

対照区



雨を地表面
から排除
「樋」

樋の水は
側溝へ
流れ込む

水はパイプを
流れて湿潤区へ運ばれる



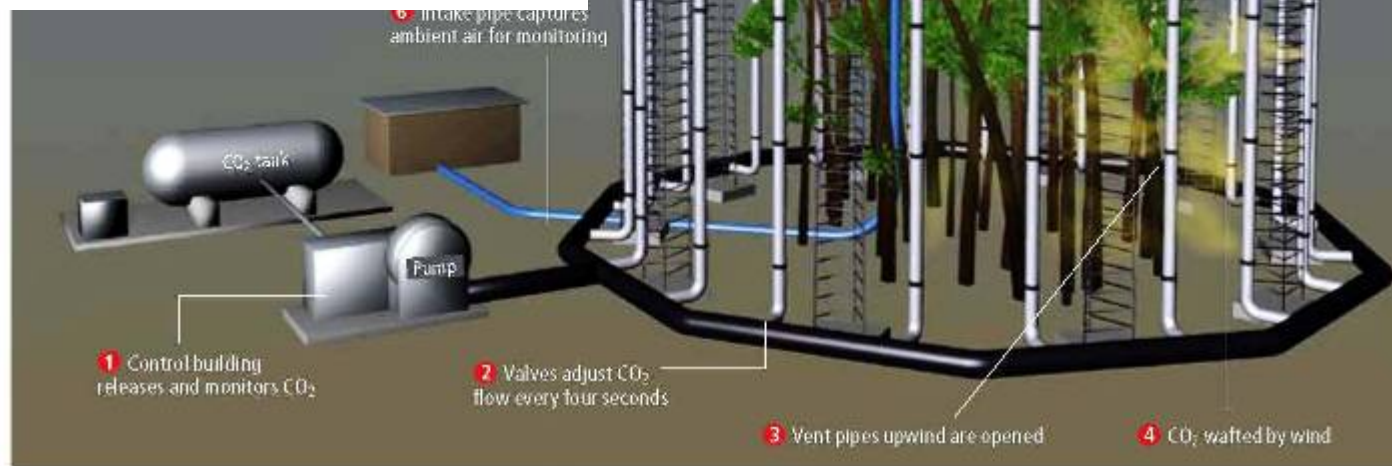
林内に設けた「樋」によって、乾燥条件を作り出す
Gutters in a forest make dry forest floor

→大きく個体は生き延びる(根が深くまで届く)
根の浅い個体は、枯死した
(Small trees with shallow roots were dead)

FREE-AIR CO₂ ENRICHMENT EXPERIMENT



4つのFACEリング 樹木にCO₂を送り込み、高CO₂環境をつくりだす。開放系大気CO₂増加実験CO₂



テネシー州のモミジバフウの林では、過剰に固定された炭素のほとんどが新しい小さな根(細根)に送られていた。このような根はもちろん成長に有効に作用するが、わずか数週間から1年しか生きられない。やがて、微生物が根を分解し、大部分の炭素は大気に戻される。科学者は何が炭素の行き先を決めるのかを解明しようとしている(What kinds of factors control the allocation of fixed C)

550ppmに上昇すると, NPPが年間で23%増加する。

($NPP = GPP - Resp.$)

最近のモデルでは, CO_2 濃度の上昇は植物の成長にプラスに働くと結論されている。

ただし, 窒素などの養分が土壤中に十分に含まれていないと, 見合った量の炭素は固定されない。

(CO_2 fixation is strongly affected by soil nutrients)

NPPは植物に固定される炭素の量であって, その炭素の“行く末”を反映したものではない。

Allocation of photosynthates is essential at high CO_2 .

高 CO_2 環境下で過剰に固定された炭素は主に幹と枝に蓄えられており, そこに少なくとも数十年は留まるだろう。

気温変化に対する 応答と順化を調べる 実験



暖かい空気を
送り込む

- > 気温が1 ~ 3°C上昇すると、コケや地衣類に比べて落葉性の灌木やイネ科植物の成長が促される。温暖化が高緯度地方の生態系全体の多様性の減少を引き起こす。
- > 春に通常より6 ~ 14日早く葉をつけ、秋が深まっても緑色の葉を保ち続けた結果、成長期間が通常条件に比べ3週間長くなった。しかし、証拠は不十分ではあるものの、早春に葉をつけると、晩霜の被害が増える。



多くの方法が生態系のごく一部を暖めるにすぎない。電熱帯は土壤中に異常に熱い場所をつくりだす

北極地方の生態系やその周囲の北方林は、気温の変化に対して特に脆弱だ。

将来、気温がどの程度上昇するかは地域ごとに異なる。北米の気温は2100年までに冬季に3.8 ~ 5.9°C, 夏季に2.8 ~ 3.3°C上昇するだろう。気温の上昇は土壤に含まれる水分や養分の量, 植物間の競争, 草食動物や害虫の数, 病原菌の被害, 植物の代謝にも影響する。



ダイズへの影響

実験サイト:

イリノイ大学アーバナ・
シャンペーン校にある
ダイズFACE施設

CO₂ 濃度: 550ppm

オゾン濃度: 大気の1.2倍

プロットの大きさ:

直径20mのリング

見通し: CO₂ とオゾン濃度は、
今世紀中頃までに上記の
レベルに到達すると予測され
ている

結果: ダイズは対照に比べ
大きく成長するが、マメコガネ
の被害が増大する。

- No experiment proposed in O3 experiment
オゾン影響の研究は言及無し
- No study on high nitrogen loading to ecosystems
窒素沈着の生態系への影響の研究の言及無し

Combination effects of CO₂, precipitation, etc.
on the responses of ecosystem

生態系への複合影響の研究の重要性が指摘

Especially,
insect or (pathogen) affecting ecosystem is
needed.

病虫害の生態系影響の研究が求められている