

ADVANCES OF AIR POLLUTION SCIENCE

: FROM FOREST DECLINE TO MULTIPLE-STRESS
EFFECTS ON FOREST ECOSYSTEM SERVICES

大気汚染科学の進歩

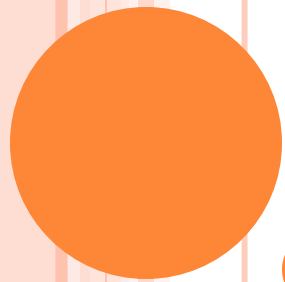
(森林衰退から森林生態系サービスに対する複合ストレスの影響へ)

**E. Paoletti , M. Schaub, R. Matyssek , G. Wieser,
A. Augustaitis, A.M. Bastrup-Birk, A.
Bytnerowicz,
M.S. Günthardt-Goerg, G. Müller-Starck, Y.
Serengil**

INTRODUCTION (今回紹介すること)

- この20年間でどのように研究のテーマが変化してきたか(最近の研究の傾向)
 - ⇒ 1988年と2008年のIUFROで行われた
大気汚染と気候変動に関するカンファレンスを比較
- さらなる研究が必要なこと

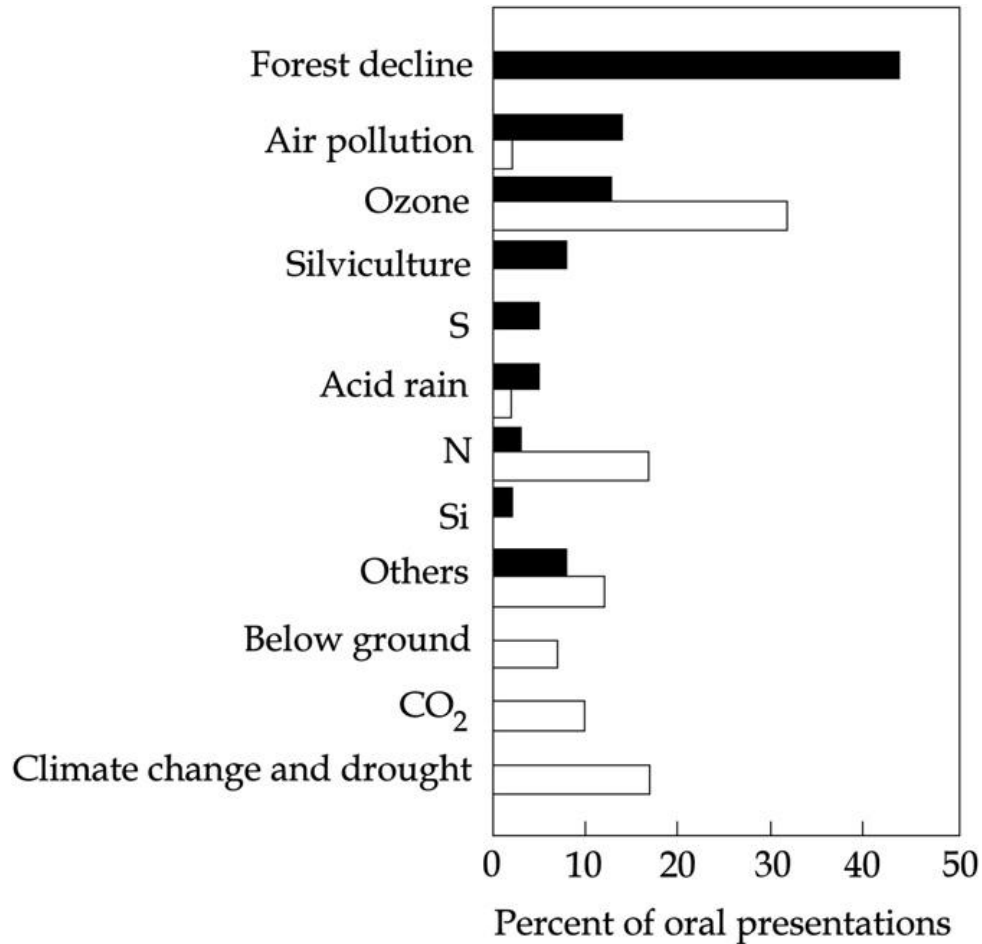




PROGRESS IN RESEARCH TOPIC

研究項目の進歩

20年前との比較



黒:1988年の会議

白:2008年の会議



20年前との比較

20年前

1. 森林衰退
2. 大気汚染
3. 対流圏オゾン
4. 造林

単独影響の研究が主

今

1. 対流圏オゾン
2. 窒素沈着

NEW: 高CO₂の影響
気候変動・・・

複合ストレス影響の研究
(相乗・相殺効果)





KEY CONCLUSIONS AND FURTHER RESEARCH NEEDS FROM THE 2008 CONFERENCE

鍵となる結論と

2008年のカンファレンスから見えてくるこれから必要な研究

対流圏オゾン(流行の最先端)

- 植物に対する毒性が高い
- 水ストレスに対して相殺的に働く
 - ⇒気候変動による水不足の地域ではリスク減
 - 水ストレスがない地域では影響大 (Sitch et al.,2007)
- 気孔レギュレーションに影響
 - ⇒樹体内の水分コントロールに影響 (Grulke,2010)
- 先駆種のほうが感受性が高い？
 - ⇒種間より個体差のほうが大きいはず (Matyssek et al.,2010)



対流圏オゾン

- タワー利用のフラックス観測ネットワークでの長期的な観測
※高CO₂・窒素沈着・気候条件を総合して考えたものはある

(Magnani et al.,2007)

- 最近のリスクアセスメントに対する試み

①感受性メカニズムの解明

②モデル作成

(Paoletti et al.,2008)



対流圏オゾン(これから必要なこと)

- 生物多様性への影響
- 病気・気候・土壌との関連
 - ⇒野外・実験室双方で長期的な複合影響の相互作用を調べる必要がある(Nunn et al ,2010 Matyssek et al,2010)
- 野外における全体のオゾンレベル・全体の指標を確立
 - ⇒ランドスケープレベルでの解析・モデリングのため



高CO₂ (最近流行)

- Cターンオーバーは増加するけど、森林バイオマスにおける炭素貯蔵は増加しない？ (Korner,2006)
- 気孔コンダクタンス減少
 - ⇒対流圏オゾンの影響を軽減？
 - ⇒北方広葉樹林には当てはまらない(Uddling et al.,2010)
- 生物多様性へ影響(Keel et al.,2007)
 - ⇒長期的にみると、ガス交換(個葉レベル)の変化よりも重要



高CO₂

- 炭素サイクルは、栄養・水分条件に影響される

(Leuzinger and Korner,2007)

⇒野外において炭素・栄養・水の相互作用を調べよう

一つの影響×短期間×簡略化したモデル

=間違った結果(気候変動・大気汚染において)



窒素沈着(まだまだ重要)

- 極端な窒素付加

- ⇒ ほかの汚染物質・気候要因と相互作用

- ⇒ 酸性化・富栄養化・多様性減少 (Clark and Tilman, 2008)

- 栄養のアンバランス (Braun et al., 2010)

- オゾン障害・病気の増加 (Grunke, 2010)

- カリウム・リン欠乏

- ⇒ 乾燥害・成長抑制

- ⇒ たとえ成長増だとしても、長期的にみるとよくない



窒素沈着

- 細根比増・菌根菌活動
⇒乾燥害への感受性増
- 年輪の $\delta^{15}N$ で過去の降水・気温変化がわかる
(NO_x の効果は分けて考えられる) (Savard,2010)



限界荷重(最近確立)

- 高CO₂条件におけるオゾン・害虫・病気・火災・乾燥・洪水・風・高温・生態的マネジメントの限界荷重よくわからん (McNulty and Boggs,2010)
- そのために必要なこと
 - ①モデルの作成
 - ②どこからがダメージなのかの指標
 - ③ほかの環境条件ストレス化での評価



生物多様性

- これからは、大気汚染・気候要因の影響調査において遺伝子がどのような反応をするのか調べる必要がある
⇒転写機構を使って遺伝子の特徴などを調べる
- 樹木における量的形質遺伝子座(QTL)を調べるのが進行中(e.g. Rae et al.,2007)
- 遺伝子分野はほかの植物に比べて、樹木の情報が少ない⇒がんばれ小倉



モニタリング

- 今の状況を明らかにするためだけでなく、森林が衰退していると決定づけるためにも必要
- 大気汚染と気候変動の相互作用は長期的なモニタリングが必要



モニタリング

- カリフォルニアでの例
 - ⇒ 高CO₂や温度上昇よりも
大気汚染・乾燥・人為影響のほうがひどい
- 世界レベルの気候変動を調べるには10年くらいじゃあ足りない
- 長期的な調査でのみ生態系の影響を正確に測ることができる。



リスクアセスメント

- 生態系に対する気候影響に焦点
- 単一影響・相互作用の完全な理解
 - ⇒メカニズムのモデリングに不可欠
 - ⇒リスクの大きさやレベルを評価するのに不可欠
- 統計上・経過上のモデル両方
 - ⇒実験とモニタリングにより得られたことの統一
- 実験と調査両方が必要





CONCLUSIONS AND PERSPECTIVES

結論と展望

結論

- まだ不確かなことは多いが、ここ20年で大きく進歩
- 気候変動により汚染物質の植生への影響はよりひどくなる



結論・展望

- 人為的影響や自然(生物多様性・水・栄養...)の複合影響は様々な分野で考えていく必要がある
- 自然の大気・土壌・植物の関連を欠いた実験では生態系スケールを考えられない。
- 遺伝子など様々な方法を利用しよう
- 理解を進めるためには、長期的な複合影響のモニタリング＋実験(＋モデリング)必要



最終的な目標

複合影響やフィードバックの完全な理解

⇒(できるの???)

