昭和57年11月20日　第4種学術刊行物認可

関東の農業気象

第３２号
日本農業気象学会　関東支部会誌
平成１８年９月（２００６）

＜巻頭言＞

巻頭言　青木正敏　1

＜研究トピックス＞

温帯C3/C4混生草原の CO_2/H_2O フラックスと
植物成長の統合化シミュレーションモデルの開発と検証
李　吉幸・金　元植・及川武久　2
高 CO_2 濃度大気に対する水稲の生長応答と窒素栄養
酒井英光　6
大気中の過酸化物濃度およびその植物影響に関する研究
陳　炫・高見昭憲・畠山史郎・青木正敏　10

＜施設紹介＞

北佐久観測サイト
中屋 耕・池田英史　14

＜関東支部2006年度例会＞

日本農業気象学会関東支部2006年度例会開催のお知らせ　16

＜支部報告＞　（会員専用サイトに掲載）

2005年度事業報告　19
2006年度事業計画案　19
2005年度決算報告　20
2005年度会計監査報告　20
2005年度剰余金処分　20
2006年度予算案　21
編集投稿規定　22
賛助会友　23

日本農業気象学会　関東支部事務局
〒305-8666　茨城県つくば市観音台3-1-1
中央農業総合研究センター　農業気象災害研究チーム
振替口座番号　東京　00100-7-57945

日本農業気象学会関東支部規約

昭和２８年　６月　６日制定
昭和３３年　２月１４日一部改正
昭和４３年　２月　　日一部改正
昭和４６年　５月　　日一部改正
昭和４７年　５月２６日一部改正
昭和４８年　９月２８日一部改正
昭和５０年　１月３０日一部改正
昭和５２年　１月３０日一部改正
昭和５７年　１月２９日一部改正
昭和６２年　１月２１日一部改正
平成　２年　１月２６日一部改正
平成　６年１１月２５日一部改正
平成１７年１２月　２日一部改正

第１条　名称
本支部は日本農業気象学会関東支部と称する。

第２条　事務所
本支部事務所は支部長の指定するところにおく。

第３条　目的
本支部は日本農業気象学会の目的達成に必要な地域的活動を行う。

第４条　事業
本支部は前条の目的を達成するために次の事業を行う。
事業年度は４月から３月までとする。
１．支部総会は年１回開催する。
２．支部例会は年１回以上行うことを原則とする。
３．研究部会活動を行う。
４．その他目的達成に必要と認める事業を行う。

第５条　支部会員及び会友
１．日本農業気象学会の会員のうち下記の区域内に居住し、又は勤務するものを支部会員とする。
東京、神奈川、千葉、埼玉、茨城、栃木、群馬、山梨、長野
２．前項の他、支部の趣旨に賛同するものは本人の申出により普通会友（個人）ないし、賛助会友にすることができる。

第６条　支部会費
支部を維持運営するために、会友が納入すべき会費は年額それぞれつぎのとおりとする。
１．会友１人１，０００円
２．賛助会友１口５，０００円、１口以上

第７条　支部役員
１．支部に次の役員をおく。支部長１名、理事１０名以内、評議員若干名、会計監査２名
２．支部長および理事は会員の全体の選挙によって選出する。
３．評議員、会計監査は理事会の議をへて支部長が委嘱する。
４．役員の任期は２年とする。但し、支部長ならびに理事は原則として連続２期を越えないことにする。
５．役員に欠員が生じた場合または特別な事由が生じた場合、第７条２項にかかわらず、理事会の承認を得て、支部長が役員を任命することができる。

第８条　本規約の改定は総会決議による。

日本農業気象学会関東支部2006年度例会開催のお知らせ

を掲載しました（１６ページをご覧下さい）。

2006年12月8日（金）に研究交流センター（茨城県つくば市竹園2-20-5）にて、日本農業気象学会関東支部2006年度例会を開催いたします。例会案内、参加申し込み方法および講演要旨原稿の提出方法を掲載しましたので，詳しくは１６ページをご覧下さい。

巻 頭 言

東京農工大学大学院共生科学研究部
青木正敏

2005～2006 年度の日本農業気象学会関東支部支部長をおおせつかっていますが、この間、日本農業気象学会本部は、2004 年 7 月に起こった学会業務委託先の日本学会事務センター倒産による巨額損失問題をきっかけに、非常に困難な問題に直面しています。この問題の根本は、最近毎年 15～30 人の会員減があることです。現在の運営収支が続くと学会が経営破たんする危険性をはらんでいることが分かり、学会本部理事会では学会誌発行の方法のしかたを変更することによる大幅支出削減や、長年据え置いてきた学会費値上げが検討されています。

大幅な学会会員減の原因は、元をたどれば学会を取り巻く環境が大きく変化してきたことです。この大きな環境変化の下では、短期的な方策はもちろんしなければなりませんが、これだけでは解決できなく、学会の方向性を変えるなどして、魅力ある学会の方向を探らなければならないような気がします。この事は分かっていても、実際の取り組みはなかなかできないのが実情です。

さて、当関東支部会では、2001～2004 年度の蔵田支部長を初めとした支部役員の努力で、経営収支が不安定であった従前の支部経営を健全化することができました。2005 年度では、活力ある支部役員の取り組みが功を奏し、2005 年 12 月に東京都環境科学研究所での支部例会では、都市緑化と屋上緑化関連シンポジュウムを企画したところ、従来低迷していた支部参加者が大幅に増加しました。今年度の 12 月 8 日につくば学園都市で開催予定の支部例会では、従来と異なった新しい企画、すなわち賛助会員の積極参加が可能で研究者にも役に立つ新しい計測器に関する講演・シンポジューム、が企画され、2006 年 7 月中旬時点で予定していた講演参加希望がキャンセル待ちの状態になりました。

このような社会や研究者のニーズに合わせた取り組みであればおのずと活性化できる一例です。小さな取り組みではありますが、新しい視点での取り組みが当支部のみならず本部学会の活性化にもつながることを期待しています。会員の皆さまの積極的な活動と取り組みへのご協力をお願い申し上げます。

研究トピックス

温帯 C3/C4 混生草原の CO_2/H_2O フラックスと植物成長の統合化シミュレーションモデルの開発と検証

李吉宰(筑波大学)、金元植(農業環境技術研究所)、及川武久(筑波大学)

1.はじめに

IPCC 報告書(2001)によると人類起源の気候変化は地表面のエネルギー、水、炭素動態を変え、将来人間社会に深刻な影響を与えると予測している。これらの問題に対し直面された課題は、気候-地表面間の相互作用を理解し評価することである。

地表面過程を理解するためには、まず、陸域生態系で起きる様々なプロセスを解明することが重要である。陸域生態系の炭素・水動態を評価する研究は観測研究(生態学、微気象学、リモートセンシングなど)とモデル研究の二つに大別できる。その中で、モデル研究は環境要因-植物群落の間の様々な生理・生態プロセスを関数化したもので、観測の時・空間制限を補う手法として利用できる。

陸域生態系モデルの発展は観測技術の発達と密接な関係を持つ。なぜなら開発されたモデルの信頼性を確かめるためには観測データとの検証が必要となるからである。このことから、IBP(1965～1974)のバイオマスや NPP データは初期のモデル開発に大きな影響を与え、生産量を推定する様々なモデル開発に貢献した。最近では、より精密で信頼性の高いモデル開発が要求されている(IPCC、2001)。このことから、渦相関法によって得られる CO_2/H_2O フラックスが注目されている。渦相関法は地表面のエネルギー、水、炭素動態を1時間以内の短時間で同時に観測できる特徴を持つ。また、*FLUXNET* により世界各地で得られた観測データが公開されつつあることもこのデータを利用する利点である。

2000 年以後、観測技術の発達により高時間分解能の陸域生態系モデルの発展も著しくなってきた。しかし、現段階では幾つかの問題点が残っている－特に、植物生態学的特徴の関数化は未だに明確にされていないものが多い。特に、生態変数である葉面積指数の取り扱いはその重要性にも関わらず、まだ、プロセスの解明が完全ではない。例えば、Baldocchi ら(2001)は葉面積指数(LAI)など生態変数を入力データとしているし、 Froking ら(2002)はバイオマス成長の制限を経験値で依存している。

このような短所を改善するためには環境-生理-生態間の反応を有機的に結びつけたモデルの開発が必要である。最近ではこれらの要求に応じて、植物の生態学的変化も取り入れたモデルが開発されつつある(例えば、Nouvellon *et al.*, 2000 など)。

本研究では陸域生態系の炭素・水動態を解明する基盤研究として以下の目的を持つ。

1)植物生理・生態学的な特徴を生かした高時間分解能の陸域生態系モデル Sim-CYCLE Fine を開発し、温帯性 C3/C4 混生草原を対象に炭素・水動態をシミュレートする。

2)高精度・高時間分解能の渦相関法観測データと C3/C4 植物群落それぞれの成長を区分できる刈り取り法データと比較を行い、開発された陸域生態系モデルの再現性を検証する

2. シミュレーション対象地とモデルの特徴

2-1. シミュレーション対象地の特徴

シミュレーション対象地は茨城県つくば市、筑波大学の陸域環境研究センター(Terrestrial Environmental Research Center, TERC)に位置する(緯度 36°06'N, 傾度 140°06'E, 海抜 27.0 m)。この実験地(TERC)は 1975 年に、以前はアカマツ(*Pinus densiflora*)植林地であった処を伐採して人工草原にした所である。広さは直径 160m の円形で面積は 20000m² で、その中央には微気象観測タワーが、また、北西地点では渦相関法タワーが設置されている。

気候条件は、湿潤(年平均降水量:1200mm)で、暖かく(年平均気温:14℃)、6 月から 7 月に梅雨が存在する。梅雨後は、年によって異なるが、一般的にやや乾燥する傾向を持つ。土壌は黒ぼく土で有機物土壌の深さは約 2m である。

TERC の種組成は、C3 植物が 46 種類、C4 植物が 8 種類存在する。優占種は C3 植物ではキク科のセイタカアワタチソ(*Solidago altissima*)、C4 植物ではイネ科のチガヤ(*Imperata cylindrica*)、ススキ(*Miscanthus sinensis*)となっている。植生の季節変化は、温度条件に対する C3/C4 植物それぞれの生理・生態学的特徴によって最も影響を受ける(Yokoyama and Oikawa,2000)ため、比較的低温期の春先では C3 植物が優占し、高温期の夏(梅雨の後)以後には C4 植物が優占する。

2-2. Sim-CYCLE Fine の特徴

今回開発した生理・生態モデル Sim-CYCLE Fine (Simulation model of Carbon cYCle in Land Ecosystems for Fine resolution)は陸域生態系炭素循環モデル Sim-CYCLE (Ito and Oikawa, 2000、2002) を改良したものである。

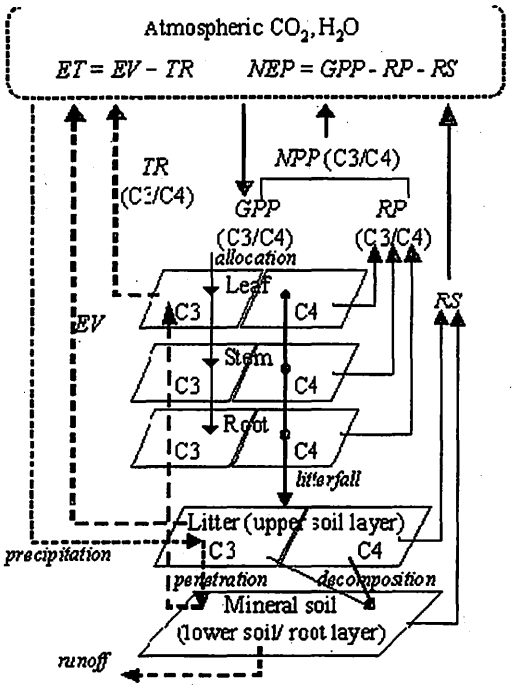


図1) 1 時間ステップの陸域生態系モデル Sim-CYCLE Fine の模式図:ここで、実践は炭素フラックス、点線は水フラックスを意味する。略語はそれぞれ、GPP(総一次生産)、NPP(純一次生産)、NEP(生態系純生産)、RP(植物呼吸)、RS(土壌呼吸)、EV(蒸発)、TR(蒸散)を意味する。

モデルの主な特徴は以下の通りである(図1を参照)。

1)陸域生態系は葉、茎、根、リター、土壌有機物の五つのコンパートメントで構成される。

2)光合成、呼吸、分解、蒸発散、光合成産物の分配、転流、リターフォールなどの植物生理・生態プロセスを各コンパートメントを介して行われる。

但し、Sim-CYCLE Fine は基のモデルより高分解能/高再現率を実現できるように設計されたため、大きく三つのところで Sim-CYCLE と異なる。

1)時間分解能を1ヶ月から1時間に大幅に短縮させた(約 720 倍の時間分解能の向上)。このことにより、植物群落の季節変化はもちろん、1 時間ごとの炭素・水動態の変化もシミュレーション可能になった。

2)日平均気温の積算値と日平均土壌水分の変化を利用して、C3/C4 植物それぞれの植物季節(発芽、成長、落葉)の変化を推定した。

3)個葉の光合成能力を計算するパラメータである最大光合成能力(PC_{SAT0})、光合成分配、転流、比葉面積(SLA)、群落寄与率(PGC)を植物成長段階別に異なる値とし、C3/C4 植物それぞれの生理・生態学的季節変化をより現実的に適用した。

モデルは短波放射(Rs)、気温(TA)、地表面温度(TG)、地温(TS)、降水量(P)、 大気 CO_2 濃度(CD)、飽差(VPD)の気象データを入力データとする。シミュレーションは植物成長及び、エネルギー/炭素/水フラックスなど植物群落を中心した広範囲の出力が可能である。また、出力結果は1時間ごとのフラックスだけでなく、繰り返し演算によって日、月ごとの炭素/水動態や植物成長も計算できるため、渦相関法で得られた高分解能の微気象観測データだけでなく、刈り取り法から得られた月単位の生態量も直接比較が可能である。

3. 結果および考察

Sim-CYCLE Fine のシミュレーション結果は筑波大学・陸域環境研究センター(TERC)の C3/C4 混生草原を対象とした観測データと検証実験を行った。 群落全体を対象とした、渦相関法からの

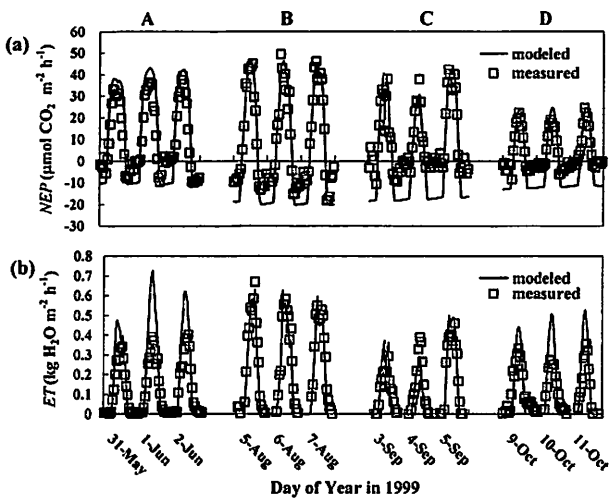


図2. 渦相関法とモデルから得られた *NEP*(a, 生態系純生産)と *ET*(b, 蒸発散)の各季節別の日変化：各期間 A, B, C, D はそれぞれ C3 植物優占期、C4 植物優占期、最大バイオマス期、落葉期

CO_2/H_2O フラックス(1時間平均値、各期間で3日づつ)(Li *et al.* 2003)とモデル推定値を比較した結果、C3 植物優占期(A, 5 月)、C4 植物優占期(B、8 月)、最大バイオマス期(C、9 月)、落葉期(D、10 月)のいずれの期間も、高い水準で一致した(図2)。観測とモデルの相関も、全ての期間で CO_2 フラックスは $r^2 > 0.8$ 以上、H_2O フラックスは $r^2 > 0.7$ 以上の高い水準を維持した。但し、日変化(図 2)の比較から、*NEP*(CO_2 フラックス)は安定大気の影響により夜間の観測データが0に近いことが多かったため、夜間のモデルの結果は観測より過小評価されていることが多かった。また、*ET*(H_2O フラックス)は期間Aの昼間が過大評価されている。この地域5月には優占種以外の植生が比較的多く存在されていたため(モデルでは優占種のみを対象とする)、他の植生による非陰によって蒸発が抑えられたことが表現できていなかった。

また、日変化の検証だけでなく、発芽期から落葉期までの植物成長全期にかける CO_2/H_2O フラックス(昼間の合計値、150 日から300 日までの内 108 日分)の検証結果(図 3)も良い一致を示している(CO_2 フラックスは $r^2 = 0.84$、H_2O フラックスは $r^2 = 0.70$)。

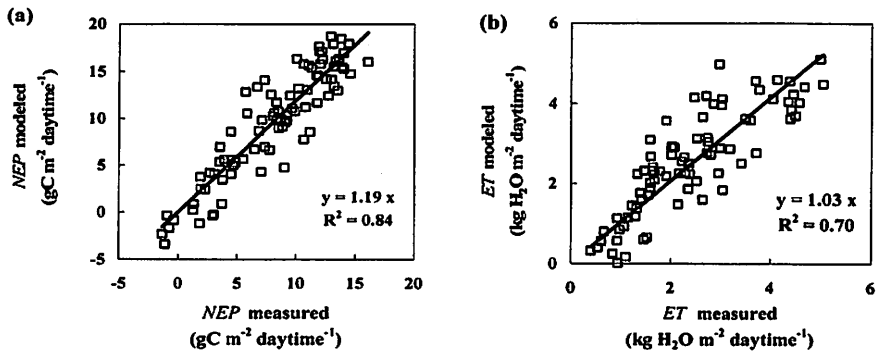


図 3. 渦相関法から得られた NEP(a), ET(b)とモデル推定値との相関分析：データは 150 日から 300 日までの内 108 日分を比較した。また、不安定大気の影響のため昼間(日射>0)のデータのみを比較した。

Sim-CYCLE Fine は C3 植物群落と C4 植物群落を別個に評価している。しかし、C3/C4 植物群落それぞれの役割は渦相関法データでは検証できない。そのため、本研究では C3/C4 植物群落それぞれのモデル結果を刈り取り法から得られた月別の LAI(横山＆及川、2001)を利用し検証を行った。その結果、C3 植物群落と C4 植物群落共に高い水準の一致を見せ(図 3)、その相関も $r^2 > 0.9$ 以上となった。

Sim-CYCLE Fine のこのような高い再現率は時々刻々と変化する環境要因に対し、モデルの生理過程(光合成/植物呼吸/蒸発散)のパラメータが C3/C4 植物共に、適切であったと言える。また、LAI

の季節変化や成長期間全期にかけるCO$_2$/H$_2$Oフラックスの高い相関結果から見て、各群落の生態過程、つまり、光合成産物の各器官への転流、リターフォール、発芽期と落葉期の決定などもうまく適用されたと言えるだろう。

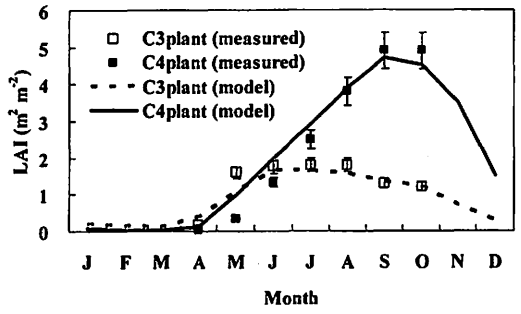


図 4. 観測(刈り取り法)とモデルで得られた C3/C4 植物それぞれの葉面積指数の季節変化

モデルから推定された 1999 年の TERC の C3/C4 混生草原の GPP(総一次生産), NPP(純一次生産)、NEP(生態系純生産)の年間の合計値は、それぞれ 2982, 1714, 117 g C m^{-2}(炭素のシンク)と推定された。その内、GPP と NPP に対する貢献度はいずれも C3 植物群落が約 45%で、C4 植物群落が約 55%であった。しかし、両群落の LAI に大きな違いがあったにも関わらず(C3 群落は 1.5～2.5 m^{2}m^{-2}、C4 群落は 3～4.2 m^{2}m^{-2})、蒸散(TR)の差は 5%以内に留まった(C3 植物は201mm、C4 植物は191mm)。その理由は、C3/C4 植物の気孔コンダクタンスの差によるものである(Ito & Oikawa, 2002)。このことから、両群落の水利用効率(WUE＝NPP/TR)はそれぞれ C3 植物が 3.8 g C kg^{-1} H$_2$O、C4 植物が 5.0 gC kg^{-1} H$_2$O と C4 植物の方が高かった。

4.まとめ

1時間計算ステップの Sim-CYCLE Fine は基の Sim-CYCLE ではできなかった短時間の生理・生態反応を組み入れ、より改善された高信頼度のシミュレーション行うために開発された。

Sim-CYCLE Fine は1時間ごとの CO$_2$/H$_2$O フラックスと同時に、繰り返し演算によって1月ごとの植物の成長も計算できるため、渦相関法で得られた高分解能の微気象観測データだけでなく、刈り取り法から得られた月単位の生態量も直接比較できる。このことは Sim-CYCLE Fine を利用すると1時間から季節変化までの様々な環境要因に応じる植物群落の生理・生態反応も分析できるということを意味する。さらに、様々な検証データが利用できるということは、IBP などのバイオマスデータはもちろん、最近 *FLUXNET* により公開された世界各地の CO$_2$/H$_2$O フラックスデータも利用できるということを意味する。また、基の Sim-CYCLE で様々な植生タイプに対するパラメーターが既に開発されているため、Sim-CYCLE Fine はその適用範囲を広げやすい利点を持つ。

参考文献

Baldocchi, D.D., Wilson, K.B., 2001. Modeling CO_2 and water vapor exchange of a temperate broadleaved forest across hourly to decadal time scales. *Ecol. Model.*, 142, 155-184.

Forking, S., Roulet, N.T., Moore, T.R., Lafleur, P.M., Bubier, J.L., Crill, P.M., 2003. Modeling seasonal to annual carbon balance of Mer Bleue Bog, Ontario, Canada, *Global Biogeochemical Cycles*, 16 (3), 1030-1051

Ito, A., Oikawa, T., 2002. A simulation model of the carbon cycle in land ecosystems (Sim-CYCLE): A description based on dry-matter production theory and plot-scale validation, *Ecol. Model.*, 151, 147-179.

Nouvellon Y., Rambal S., Lo Seen D., Moran M.S., Lhomme J.P., Begue A., Chehbouni A.G., Kerr Y., 2000. Modelling of daily fluxes of water and carbon from shortgrass steppes. Agricultural and Forest Meteorology, 100, 137-153

横山智子・及川武久(2001) 水理実験センター圃場における1999年のC3/C4混生草原のLAIとバイオマスの季節変化 筑波大学・陸域環境研究センター報告 No2:37-39.

研究トピックス

高CO_2濃度大気に対する水稲の生長応答と窒素栄養

酒井英光（農業環境技術研究所）

1. はじめに

CO_2をはじめCH_4、N_2Oなどの温室効果ガス濃度の上昇は、地球規模の温暖化、降水量や降水パターンの変動を引き起こし、その結果食料生産にも甚大な影響を及ぼすことが懸念されている（IPCC, 2001）。そして、2050年には90億に達するとされる世界人口趨勢の中で、大きな増加はコメを主食とする地域で起こり、その結果コメ需要も増大すると予測される。今後予測される地球環境変動は、概して作物収量に負の影響を与える可能性がある。たとえば、温暖化は作物の生育期間短縮や高温障害によって収量を低下せしめるし、水ストレスや病害虫などの物理的・生物的ストレスも増加することが懸念される。これらに対し、大気CO_2濃度（[CO_2]）の上昇は作物生産、特に光合成効率にプラスの効果をもたらす要因である（CO_2施肥効果）。将来の食料需要を満たすための収量増加のためには、このCO_2施肥効果を最大限に活用する必要がある。

現在の大気[CO_2]では植物の光合成速度は飽和しておらず、[CO_2]の増加により植物の光合成は増加する。しかし、高[CO_2]下で生育した植物はしだいに光合成の増加率が低下することが個葉レベルで多く報告されている。この現象は高[CO_2]に対する応答低下と呼ばれており、CO_2施肥効果を低減させる一因と考えられる。しかし、群落レベルでの高[CO_2]に対する応答低下の報告は非常に限られており、高[CO_2]に対する応答低下についてはまだ十分な証拠は得られていない。

窒素（N）は葉内の光合成関連酵素の重要な構成成分であるだけでなく、植物の生長や葉面積の展開にも大きな影響をもつため、植物の高[CO_2]応答と深く関わっていると考えられる。そこで本研究は、高[CO_2]に対する水稲の生長および群落CO_2交換速度の応答を調査し、群落レベルでの高[CO_2]に対する応答低下を検証するとともに、高[CO_2]に対する応答低下と稲体の窒素栄養との関係を明らかにする目的で行った。

2. 材料および方法

実験は農業環境技術研究所内の野外自然光型の半閉鎖系環境制御チャンバー（図1；Sakai et al., 2006）6室を用いて行った。1998年から2000年の3年間において、全生育期間にわたり外気CO_2濃度（354-370／397-435 μmol mol^{-1}；昼／夜）および高CO_2濃度条件（670-721／703-779 μmol mol^{-1}）で水稲（品種：日本晴）の栽培を群落状態で行った。実験はCO_2濃度ごとに3つの計6チャンバーを用い、2水準のCO_2濃度処理区を3反復で行った。窒素（N）施肥量はCO_2濃度処理にかかわらず全チャンバーで同量とし、1998および1999年は8 g m^{-2}、2000年は12 g m^{-2}を施肥した。P_2O_5、K_2Oは3年

図1　実験に用いた野外自然光型の半閉鎖系環境制御チャンバー（農業環境技術研究所内）

間ともにそれぞれ12、15 g m^{-2}を移植前に全量を施肥した。チャンバー内の気温は外気温に追従して変化させ、相対湿度は75-80%に保った。

3年間ともに水稲の全生育期間を通してチャンバー内の群落CO_2交換速度の連続測定を行った。また、水稲の各生育期間中に5-7回の破壊的サンプリングを行った。各サンプリングにおいては、各チャンバーから3株ずつ根を含めて抜き取り、葉身、葉鞘＋茎、根、穂、枯葉に分割した後、葉面積の測定を行った。そして、各器官は乾燥機において80℃で3日以上乾燥させ、乾物重の測定を行った。各器官は粉砕後、N含有率の分析を行った。

3. 結果および考察

3.1 水稲の生長応答

収穫時の最終乾物重は3年間ともに、高[CO_2]により増加した。高[CO_2]による最終乾物重の増加率は1998、1999、2000年それぞれ8.7、8.0、18.7%であり、N施肥量が最も多い2000年において増加率が最も高かった。3年とも、高[CO_2]に対する水稲の生長応答には季節変化がみられ、高[CO_2]による乾物重増加率(高[CO_2]区/外気[CO_2]区)は生育初期に最も高く、以後生育に伴い低下していくという応答低下がみられた(図2)。

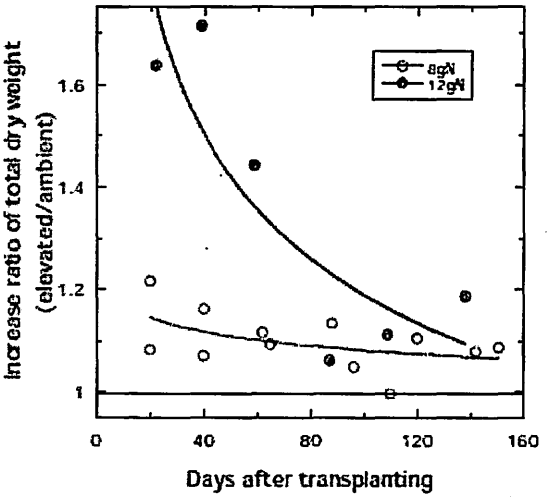


図2 高CO_2による乾物重増加率の推移

この結果より、群落レベルにおいても高[CO_2]に対する応答低下が起こることが明らかとなった。応答低下の程度がN施肥量によって異なることや、N施肥量が同じ1998および1999年では最終的な乾物重増加率が同程度であったことなどから、応答低下とNとの間に関連があることが示唆された。

1998および1999年においては、出穂期までの葉面積は[CO_2]の影響を受けなかったが、2000年では高[CO_2]区において葉面積の大きな増加がみられた(図3)。出穂後においては、3年ともに高[CO_2]区において葉の老化が促進され、葉面積が外気[CO_2]区よりも減少した。

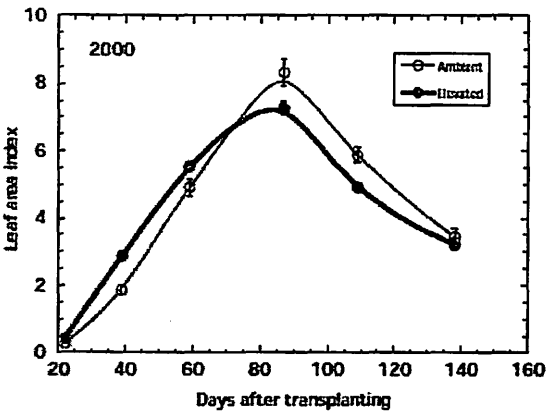


図3 高CO_2が葉面積に及ぼす影響(2000年)

N施肥量の差異により、生育期間全体のN吸収量は年次間で有意に異なった。すなわち、N施肥量が最も多かった2000年において、生育期間全体のN吸収量が最も多かった。生育期間中のN吸収は高[CO_2]によって有意に増加した。N吸収においては、ステージ×[CO_2]×年の相互作用がみられ、2000年の生育初期においては高 [CO_2] によってN吸収量が36%増加した。

葉面積当たりの葉身N含有量も同様に、年によって有意に異なった。大きな年次間差がみられたのは生育初期であった。2000年は最も施肥N量が多かったにもかかわらず、1998年と同レベルの葉身N含有量であった。分げつ期以降では、年や[CO_2]処理にかかわらず葉身N含有量は生育に伴い低下していくとともに、高[CO_2]により僅かだが有意に低下した。

3.2 水稲群落のCO_2交換速度

3年間ともに高 [CO_2] 処理により、水稲群落の昼間の純光合成量、夜間の呼吸量およびそれらの差引きである1日の獲得炭素量(carbon gain)は有意に増加した。夜間の呼吸量は昼間の純光合成量と比較すると非常に少ないこと、および光合成量と呼吸量の比が比較的一定であることから、獲得炭素量は主として昼間の純光合成量により決定されることが分かった。そのため、3年間すべての年において高[CO_2]による獲得炭素量の増加率が生育に伴い減少したのは、純光合成量の増加率が生育に伴い減少した(図4)ためであることが示唆された。この獲得炭素量の増加率の減少により、乾物重増加率の応答低下が起こったと考えられた。

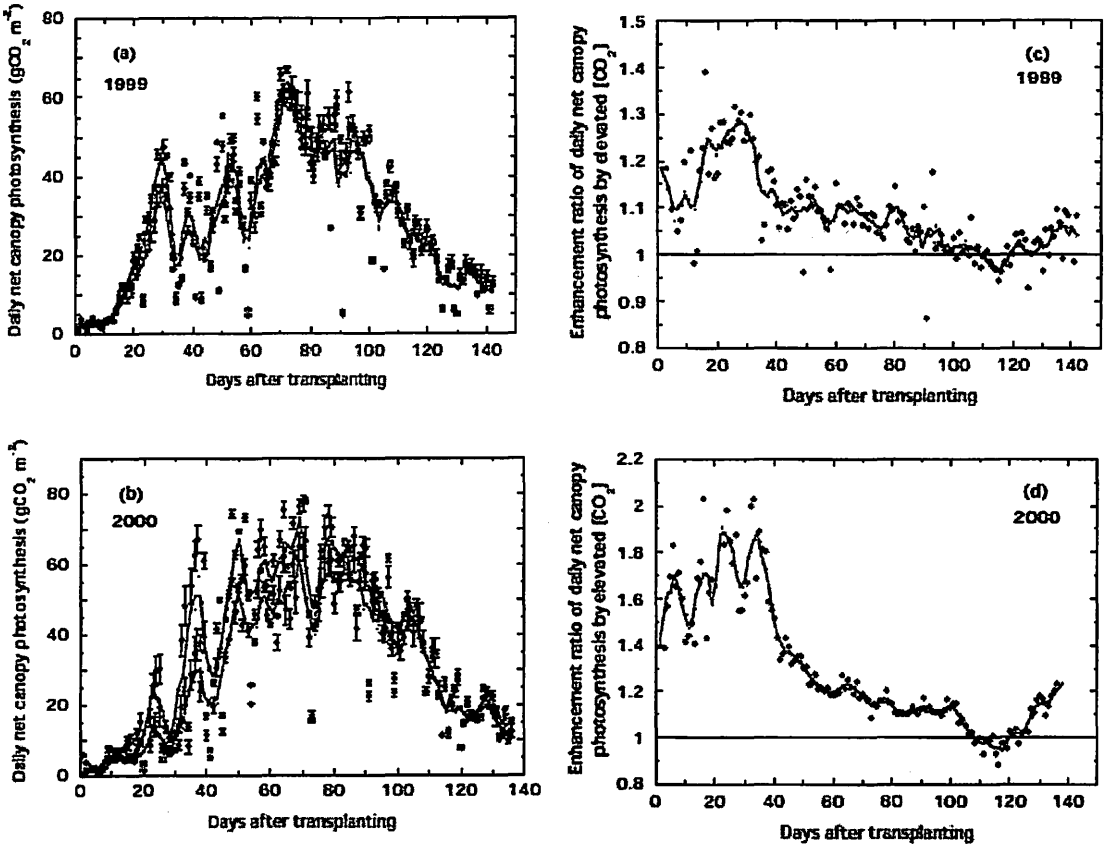


図4 1999,2000年の両CO_2処理区における日光合成量(a,b)および高CO_2による日光合成量の増加率(c,d)の推移

3.3 水稲群落の受光量および日射利用効率

群落光合成は群落の受光量と日射利用効率(RUE:単位受光量あたりの光合成量)の積として表される。まず受光量においては、高[CO_2]による有意な影響はみられなかった。実際に、高[CO_2]による受光量の変化は1998, 1999の2年間においてはほとんどみられず、高[CO_2]による受光量の増加率はほぼ1であった。一方2000年においては、高[CO_2]区において受光量の増加がみられ、特に生育初期においては28%の増加がみられた。2000年における受光量の増加の原因は、高[CO_2]区において葉面積指数(LAI)が出穂10日前まで増加したためであった(図3)。1998および1999年においては高[CO_2]によるLAIの増加は認められなかった。各年のそれぞれのステージにおける高[CO_2]によるLAIの増加率は、それぞれの時点の高[CO_2]によるN吸収量の増加率と強い相関関係がみられ、その回帰直線の

傾きは1.17であり、1:1の関係に近かった(図5)。この結果は、葉面積が利用可能なN量に制限されており、施肥Nが十分ある場合には高[CO_2]によりN吸収が促進されることを示している。この結果より、N施肥量が多い場合には、N吸収および葉面積が高[CO_2]によって増加し、群落による受光量を増大させることにより、結果的に生育期間全体の獲得炭素量の増加率を高めることが分かった。

次に、各年ごとに4つの生育ステージ(分げつ期、幼穂形成期、出穂期および登熟期)の受光量および純光合成量からRUEを計算した。RUEは高[CO_2]により有意に高くなったが、高[CO_2]による増加率は分げつ期において最も高く、以後生育に伴い低下した。そして、ステージ×[CO_2]の相互作用は統計的にも有意であった。しかし、年×[CO_2]の相互作用はみられず、各ステージにおけるRUEの増加率は年次間でほぼ同程度であった。年や生育ステージによるRUEの変動は、どちらの[CO_2]区においても密接に葉面積当たりの葉身N含有量と関係しており、その関係は2次関数でよく表せた(図6)。両[CO_2]区の2次曲線の関係は、葉身N含有量が高い場合にはRUEは高[CO_2]による増加率が高く、生育に伴う葉身N含有量の低下により増加率も低下していくことを意味している。

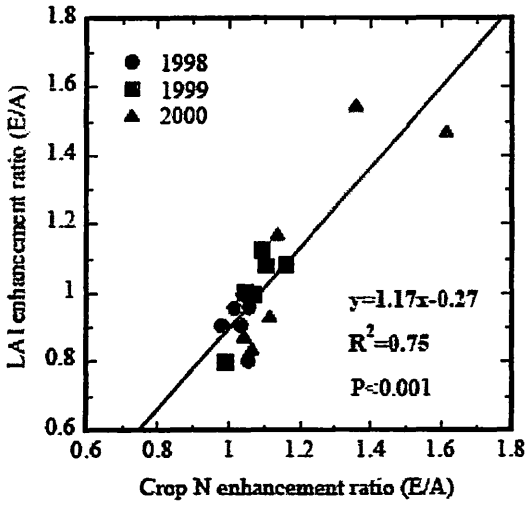


図5 高CO_2がによるLAI増加率とN吸収増加率の関係

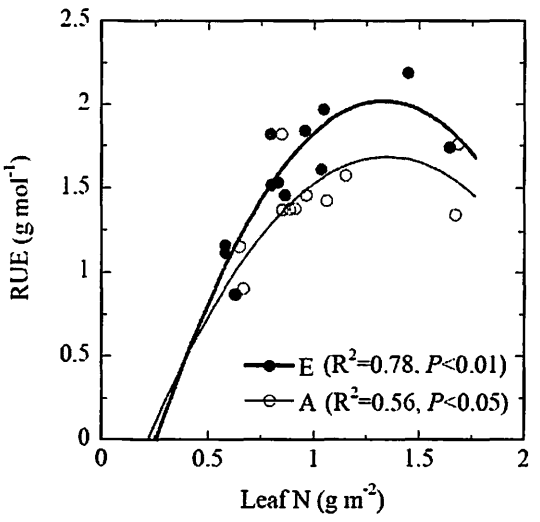


図6 両CO_2処理区における単位葉面積あたりの葉身N含有量とRUEの関係

4. まとめ

N施肥は葉Nレベルを高めることにより葉身N含有量の低下による影響を小さくし、応答低下の程度を小さくし得ると考えられる。また、N施肥は葉面積の増加を介して[CO_2]上昇による光合成、生長の促進に寄与することが明らかとなった。

将来の高[CO_2]環境下における水稲生育・収量を的確に予測し、CO_2施肥効果を最大限に活用する適応技術を開発する上では、このような[CO_2]と窒素栄養管理との相互作用が極めて重要な役割を果たすと考えられる。

参考文献

IPCC (2001) Climate Change 2001: Synthesis Report. ed. Watson R.T., Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

Sakai et al. (2006) Enhancement of rice canopy carbon gain by elevated CO_2 is sensitive to growth stage and leaf nitrogen. New Phytologist 170:321-332

関東の農業気象 第32号 (2006)

研究トピックス

大気中の過酸化物濃度およびその植物影響に関する研究

陳 炫[1]・高見 昭憲[2]・畠山 史郎[2]・青木 正敏[1]
[1] 東京農工大学 [2] (独)国立環境研究所

はじめに

近年、世界各地において森林衰退が深刻な環境問題となっている。日本においても、奥日光のダケカンバ、丹沢山地のブナ、関東地方や瀬戸内地方のスギ、群馬県の赤城山のシラカンバなどの衰退が報告されています。原因として、気象害、病虫害、オゾン(O_3)などの大気汚染が上げられているが(野内, 1990;伊豆田ら, 1997)、そのうち、O_3 が原因と考えられる報告が多い。ヨーロッパや北アメリカでは、O_3 や酸性雨と酸性霧の複合影響が大気汚染に由来する、主な森林衰退の原因であると指摘されている(Barnes et al., 1990)。しかし、森林衰退の中には"オゾン説"と"酸性雨説"によって説明できないものもある。例えば、ある地域においては、O_3 濃度が高かったにも関わらず、森林衰退が見られなかった(Kettrup and Kicinski, 1991)。一方、O_3 に起因し、O_3 よりさらに毒性の高く、酸化力の強い過酸化水素(以下 H_2O_2 と記す)や有機過酸化物は世界で生じている森林衰退に対する新たな原因物質である可能性が指摘されている (Moller,1987; Hewitt et al., 1990)。この説は、森林衰退地域において、高濃度のH_2O_2およびメチルヒドロペルオキシド(以下 MHPと記す)などの有機過酸化物が観測されたことによっても説明がつけられる(Jacob et al., 1987)。よって、森林地域や都市部におけるこれら過酸化物濃度の実態を明らかにすることが非常に重要である。しかし、日本において過酸化物濃度の観測事例は極めて限られている。また、植物に及ぼす大気レベル濃度の過酸化物の影響に関する研究はまったく報告されていない。

そこで、本研究では森林衰退が顕著に見られる奥日光の広葉樹林、森林衰退が認められてない長野県のアカマツ林および都市域の東京都府中市において、ガス状 H_2O_2 とMHP 濃度および O_3 濃度を観測し、大気中のガス状 H_2O_2 とMHP 濃度の実態を明らかにすることを第 1 の研究目的とした。また、2 種類の草本植物と3 種類の木本植物を植物材料として、過酸化物の曝露実験が行い、植物の可視被害、乾重量および光合成活性に及ぼす大気レベル濃度の過酸化物の影響を明らかにすることを第 2 の研究目的とした。

Ⅰ. 大気中におけるガス状過酸化物濃度の実態

Ⅰ.1 観測方法

ガス状 H_2O_2 とMHP 濃度の観測は奥日光の広葉樹林、長野県のアカマツ林および東京都府中市において、2000 年 6 月～2004 年 11 月にかけ、総計 74 日間、652 回行った。

H_2O_2 とMHP はミストチャンバー法により捕集し、蛍光検出器が付属したHPLC によって定性・定量分析した O_3 濃度は共同研究者の協力により測定した。

1.2 観測結果および考察

奥日光、長野および府中市において、H_2O_2 は最大濃度が 1.6～2.0ppb、平均濃度が 0.2～0.6ppb であり、MHP は最大濃度が 0.1～0.7ppb、平均濃度が 0.03～0.10ppb であることが分かった(Table. 1)。これは過去の野外観測結果と一致している(Jackson and Hewitt, 1996)。

O_3は過酸化物の生成と最も深く関与しているので、H_2O_2濃度とO_3濃度との関係を調べてみた。Fig. 1は奥日光、長野および府中市におけるH_2O_2濃度とO_3濃度との散布図である。いずれの場所においても、H_2O_2濃度はO_3濃度の上昇に伴い増加する傾向が見られた。奥日光、長野および府中市において、O_3濃度が50ppbの時に、H_2O_2濃度はそれぞれ1.0、0.3および0.5 ppbであった。

Table 1. The observed results of H_2O_2 and MHP concentrations in Oku-Nikko, Nagano, and Fuchu-shi.

Observed site	H_2O_2 concentration (ppb)		MHP concentration (ppb)	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Oku-Nikko (168 times)	1.6	0.6	0.7	0.06
Nagano (119 times)	1.6	0.3	0.1	0.03
Futyu-shi (365 times)	2.0	0.2	0.4	0.10

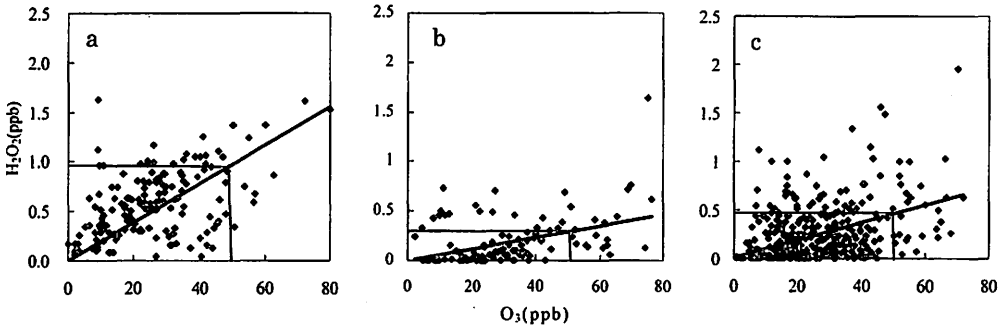


Fig. 1. Correlation between H_2O_2 concentration and O_3 concentration in Oku-nikkou (a), Nagano (b), and Futyu-shi (c).

以上の結果から、野外における過酸化物濃度は非常に低いですが、強い酸化力と高い水溶性を持っているので、植物に悪影響を与えると考えられる。その悪影響を調べるために、次の暴露実験ではこれらの観測結果を参考にして、H_2O_2とMHP濃度を設定した。また、過酸化物が常にO_3と共存しているので、曝露実験では、過酸化物と50ppbO_3（50ppbがO_3の環境基準値より低い濃度である）が共存する処理区を設定した。その他、50ppbO_3および100ppbO_3(50ppbの2倍)の単独処理区も設定し、植物に及ぼす過酸化物の影響と50ppbO_3および100ppbO_3のそれと比較してみた。

Ⅱ. 植物に及ぼす自然界に近い数ppbの過酸化物の影響

Ⅱ-1. 実験方法

曝露実験は、温度20℃、湿度55%に設定した4基の自然光型のファイトトロンを用い、対照区(C区)、50ppbO_3区(50-O_3区)、100ppbO_3区(100-O_3区)および50ppbO_3に2-3ppb過酸化物を加えた区(OP区；H_2O_2平均濃度を約2-3ppb、MHP濃度を約0.4-0.6ppbに設定)の合計4処理区を設定し、毎日朝9時から夕方5時まで行った。草本植物のハツカダイコンおよびコマツナでは計5回、1回3週間(21日)で行い、木本植物のブナ、シラカンバおよびスギでは計2回、1回15週間で行った。

草本植物および木本植物はそれぞれ曝露21日後および15週間後、可視被害度、可視被害出

現率および障害度を用いて、葉面可視被害を評価した。可視被害度は各葉位の個葉について、健全を 0、やや黄色を 1、黄色を 2、一部枯死を 3、完全枯死を 4 としての 5 段階で評価した。可視被害出現率は各葉位の葉において、各可視被害度の葉がその葉位の全葉数の中に出現した割合と定義し、一株の各葉位ごとに算出された。可視被害出現率は各葉位の個葉の被害程度を表す。さらに、可視被害度とその被害度の出現率を用い、式1で各葉位ごとの障害度を算出して、各葉位の障害度を合計したものは 1 株の障害度と定義した。したがって、障害度は1株の障害の程度を表す。

$$障害度=([1]\times X_1)+([2]\times X_2)+([3]\times X_3)+([4]\times X_4) \quad \cdots\cdots(1)式$$

式中の[1]、[2]、[3]、[4]は各被害度である。X_1、X_2、X_3、X_4は各被害度の葉の出現率である。

また、乾物重量(草本植物のみ)および純光合成速度(ハツカダイコン、ブナおよびシラカンバのみ)も測定した。

I.2 結果および考察

草本植物に対する暴露実験の結果から、ハツカダイコンおよびコマツナは、処理 21 日後において、50-O_3 区では C 区に比べてわずかな可視被害が観測された。しかし、50ppbO_3と共存した過酸化物区(OP 区)では枯死した葉が多くて、可視被害が著しく現れた。Fig.2 は曝露 21 日後のハツカダイコンとコマツナの 5 回の障害度の平均値である。OP 区では 1 株全体に及ぼす被害がそれぞれ約 50-O_3 区の 1.8 倍および 1.6 倍、100－O_3 区の 1.3 倍および 1.2 倍であり、両植物ともに被害が著しく増加することが明らかになった。また、C 区と比べ、50-O_3 区では幹重量がほとんど低下しなかった。しかし、OP 区では乾重量が 50-O_3 区と比べてそれぞれ約 29%および 23%、100-O_3 区と比べてそれぞれ約 13%および 11%低下することも明らかになった。OP 区での可視被害の増加と乾重量の低下の原因を調べるために、純光合成速度を調べてみた。ハツカダイコンにおいては、C 区に比べて 50-O_3 区では純光合成速度が低下しなかったが、OP 区では 50-O_3 区と比べて平均純光合成速度が約 42%低下することが分かった。

木本植物に関しては、O_3 区および OP 区において、ブ

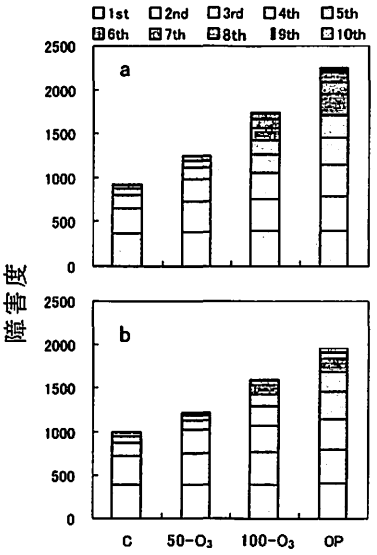


Fig. 2. The average damage intensity of radish (a) and cabbage (b) after 21 days of five times exposure. 1st, 2nd ... represent the leaf position on the stem counted from the first leaf.

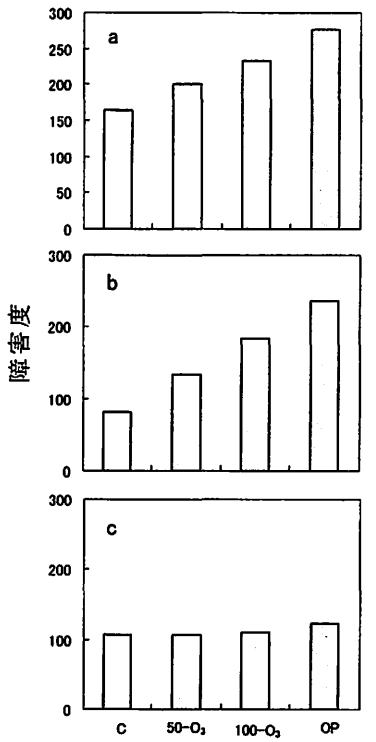


Fig. 3. The average damage intensity of beech (a), birch (b), and cedar (c) after 15 weeks of exposure of exposure in 2004 and 2005. 1st, 2nd ... represent the leaf position on the stem counted from the first leaf.

ナとシラカンバと比べ、スギの可視被害が少ないことが分かった(Fig.3a, 3b, and 3c)。ブナとシラカンバでは、曝露 15 週間後において、50-O_3 区では C 区に比べてわずかな可視被害が観測された。しかし、OP 区では 1 株全体に及ぼす被害が 50-O_3 区と比べて著しくなり、それぞれ 50-O_3 区の 1.4 および 1.8 倍、100-O_3 区の 1.2 および 1.3 倍であることが分かった(Fig.3a, 3b, and 3c)。ブナとシラカンバは、50-O_3 区では C 区に比べて純光合成速度が低下したが、OP 区では 50-O_3 区と比べて純光合成速度が著しく低下し、それぞれ約 49%および 53%低下することが分かった。

以上の結果から、草本植物と木本植物とも、50ppbO_3 と共存した過酸化物に曝露されると、純光合成速度の低下は可視被害の増加および乾重量の低下の1つの原因であることが考えられる。

また、奥日光および府中市において野外の AOT40 を計算で求めたところ、野外において可視被害が出ないような AOT40 であるにもかかわらず樹木の可視被害が現れた。したがって、奥日光および府中市で認められる樹木の枯損や可視被害は O_3 だけで説明はできなく、大気中で O_3 と共存している過酸化物による被害と考える方が合理的である。

まとめ

奥日光、長野および府中市におけるガス状 H_2O_2 および MHP 濃度はそれぞれ 2ppb 以下および 0.7ppb 以下という微量濃度であり、常に O_3 と共存していることが明らかになった。50ppb O_3 に 2-3ppb 過酸化物が共存すると、50ppb O_3 および 100 ppb O_3 単独の場合より、植物に著しい可視被害および純光合成速度低下が引き起こされ、葉を枯死させ、乾重量を著しく低下させることが明らかになった。したがって、大気レベル濃度の過酸化物の植物に及ぼす毒性は O_3 より極めて強く、野菜の被害、街路樹や森林の枯損の主な原因になり得ることが指摘できる。

参考文献

Barnes, J.D., Eamus, D., and Brown, K.A., 1990. Air Pollution Effects on Forests. *New Phytology*, 114, 713-720.

Hewitt C. N.; Kok G. L., and Fall R., 1990. Hydroperoxides in plants exposed to ozone mediate air pollution damage to alken emitters. *Nature*, 344, 56-58.

Jackson A. V. and Hewitt C. N., 1996. Hydrogen peroxide and organic hydroperoxid concentrations in air in a eucalyptus forest in central Portugal. *Atmos. Enviro.*, 30, 819 - 830.

Jacob, P., Neffel, A., and Klockow, D.. 1987. Die Peroxyoxalatchemilumin- eszenz und ihre Anwendung zur Bestimmung von Wasserstoffperoxide in der Außenluft und in Niedeschlagen. *VDI-Berichte*, 608, 377-400.

Kettrup, A. A. and Kicinski, H. G., 1991. Investigating the effect of hydrogen peroxide on Norway spruce. *Trees*, 63, 1047A-1056A.

Moller, D., 1989. The possible role of H_2O_2 in new-type forest decline. *Atmos. Enviro.*, 23, 1625-1627.

伊豆田 猛・松村 秀幸. 1997. 植物保護のための対流圏オゾンのクリティカルレベル。大気環境学会誌, 32(6, A73 - A81.

野内勇. 1990. 酸性雨の農作物および森林木への影響。大気汚染学会誌 25(5, 295 - 312.

施設紹介

北佐久観測サイト

財団法人電力中央研究所環境科学研究所　中屋 耕・池田英史

財団法人電力中央研究所では、森林における CO_2 収支の評価手法を確立するとともに、森林炭素収支評価手法の適用条件や森林 CO_2 吸収能力を評価するために必要な炭素動態の解明に向けて、2001 年 8 月から北佐久観測サイトで観測研究を実施している。

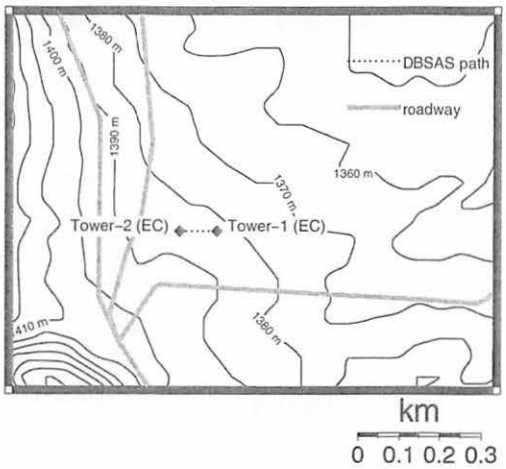


図 1　北佐久観測サイトの位置と地形

観測サイトは浅間山東麓(36° 24'N、138° 35'E、標高 1380m)に位置し、浅間山の噴火(1783 年)により堆積した火山礫上に 20～30cm の有機物層が発達した緩傾斜地(南西から北東に向かって−3°)に、林齢約 50 年の 2 次林が成立している。ダケカンバを優占樹種とし、ミズナラ、ヤマハンノキなどが混交した広葉樹林に、部分的にカラマツやアカマツ等の針葉樹が点在している。関東から甲信地方にかけての寡雪地で一般的に見られる冷温帯(山地帯)上部の種構成であるが、林床植生としてのササを欠いている。林冠を構成する広葉樹の平均的な樹高は約 16-18m、針葉樹については 20m以上の個体が散見される。着葉期は 5 月から 10 月の間で、2002～2004 年の平均 LAI(リタートラップによる測定)は 5.7 であった。積雪期間は 12 月から 3 月で平均的な積雪深は 0.5m。気象条件は、年平均気温 7.9℃、年降水量 1197mm(軽井沢測候所における 1971～2000 年の平年値)。西側にある浅間山の影響で、北風と西風が卓越する。森林のフェッチは主風向に対してそれぞれ約 1.5km (N)、600m (W)で、西と南にそれぞれ 100～150m 離れて道路が通っている。

CO_2 フラックス観測

CO_2 フラックス観測のために、鋼製足場材組上げのタワー2 基(高さ 28m)を東西に 86m の間隔で配置している。本施設は商用 AC100V が利用可能で、東西のタワーにおいて渦相関法(open-path および closed-path : 東のみ)を実施している。サンプリングは 10Hz、30 分ブロック平均によるフラックス算出を行っており、観測期間中の生データを全て保存している。パケット通信網による機器の異常監視を行っているが、データはローカルに保存されるため、定期的なデータ回収を行う。緩傾斜地であるため、Planar-fit による超音波風速計の傾斜・オフセット補正を施している。ちなみに、closed-path 式による乱流変動法で算出した 2002～2004 年の NEE は、$1.8tCha^{-1}yr^{-1}$ であった。また、林冠内ストレージやモニンオブコフ相似則(MOST)の確認などのための CO_2、気温／湿度、風

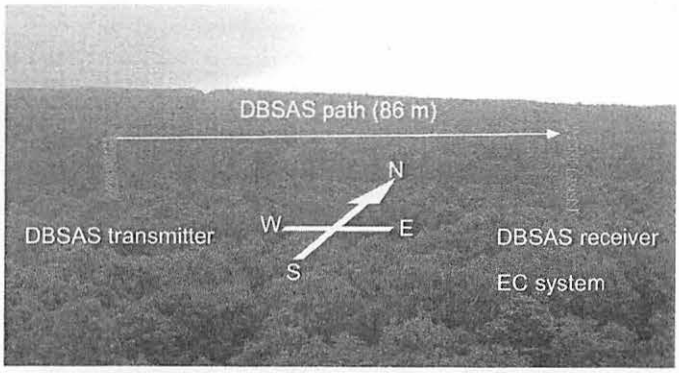


図 2　フラックスタワーと森林の概観

向／風速プロファイル計測や、地中貯熱量算出のための土壌温度プロファイルと体積含水比計測を実施している。放射環境に関しては、センサを塔頂および林床に設置して、林冠に吸収された光合成有効放射量(APAR)を計測するとともに、東西タワーにおいて4成分放射計による純放射量測定を行っている。

図3　小口径シンチロメータのレシーバ

本観測地の特徴として、2 基のタワー間を測定パスとする小口径シンチロメータ(DBSAS)による連続観測を28m および23m の高度で実施している。DBSAS は、消散法によって摩擦速度および顕熱フラックスを算出するための構造関数定数を計測する装置で、トランスミッタから射出された赤色レーザーの強度変動をレシーバで計測する仕組みである。測定パスを長距離化できるため、空間平均的な乱流信号の取得が期待されているセンサであるが、これまで森林に適応された例は少なかった。タワーの振動等によるレーザー光軸のずれが懸念されたが、塔頂 28m に設置した DBSAS でも数ヶ月の間、装置間の光軸再調整が必要ないほど安定して計測が行われている。これまでに DBSAS の森林への適用性の検討(Nakaya et.al., 2006)、フラックス測定における熱収支インバランスの緩和を指標とした DBSAS による領域平均効果の確認と、NEE 算出への DBSAS の適用(中屋ら 2005)などについての解析が行われた。

炭素動態解析

森林-大気系の炭素動態を解析するために、樹木材積、リター、土壌中炭素等、森林内の炭素量の調査を行っている。樹木材積量については、胸高直径・樹高の毎木調査を行っている。

また、土壌中の炭素動態を解明するために、サイト内の 2 地点、各 2 深度の土壌有機物(SOM)を月 1 回の頻度で採取し、全炭素量を測定するとともに、易分解性成分(腐植酸、フルボ酸)と難分解性成分(ヒューミン)の分離・定量を実施している。また、土壌水に溶解して系外へ流出する炭素量を評価するとともに、分解され CO_2 として大気へ還流する SOM を、土壌呼吸として、アルカリスポンジ法と新たに開発した循環型チャンバーの組み合わせ測定法により多点観測している。さらに、SOM の分解による CO_2 と樹根から放出された CO_2 を分離するために、樹根を除去した区画を設置し、土壌呼吸を計測している(池田ら 2005)。

また、2002～2004 の間、大気中の炭素安定同位体比に関する解析を実施し、生態系呼吸量における植物由来成分の分別に同手法が有効であることを示した(小林ら 2005)。

その他の観測

当サイトの発展的な利用例として、高標高地帯の大気汚染物質の動態解明のために 2004～2005 の間、パッシブサンプラによる O_3 および SO_2 プロファイルおよび濃度の連続観測が行われた。また、2004 年の浅間山連続噴火の際には、ダイナミックな火山活動を間近に観察することができたことを書き添える。

引用文献

Nakaya et.al. (2006) Application of a displaced-beam small aperture scintillometer at a deciduous forest under unstable atmospheric conditions, Agric. For. Meteorol. 136, 45-55

池田ら (2005) 落葉広葉樹林の土壌有機炭素の分解・蓄積評価手法の比較・検討, 電力中央研究所報告, V04025

小林ら (2005) 炭素安定同位体比を用いた森林内 CO_2 放出量の構成比率の推定, 電力中央研究所報告, V04028

中屋ら (2005) シンチロメータを用いた落葉広葉樹林の CO_2 吸収量評価, 電力中央研究所報告, V04029

2006年　9月　1日

日本農業気象学会
関東支部会員　各位

日本農業気象学会関東支部
支部長　青木　正敏

日本農業気象学会関東支部2006年度例会開催のお知らせ

日本農業気象学会関東支部2006年度例会を下記の要領で開催します。本年度はつくば市竹園にある研究交流センターにて開催します。今回の例会では、「新しい観測機器とその活用法」と題した講演会を行い、各社の最新の観測機器やその活用事例を紹介していただく予定でおります。また、従来どおり、一般講演発表会も行います。

本例会は、会員相互の有意義な意見交換、情報交換の場になるものと期待しておりますので、奮ってご参加下さいますようお願いします。

記

1．日時：2006年12月8日（金）

2．会場：研究交流センター（茨城県つくば市竹園2-20-5）
http://www.mexttci.go.jp/

3．日程及び内容（予定）

10:00～12:00　講演会「新しい観測機器とその活用法（第Ⅰ部）」
12:00～13:00　評議員会、理事会
13:00～15:00　講演会「新しい観測機器とその活用法（第Ⅱ部）」

発表企業（予定、五十音順）：アンリツ㈱、ダイダン㈱、デグリーコントロールズインク、日本ナショナルインスツルメンツ㈱、パシコ貿易㈱、バロン電子㈱、㈱ウイジン、㈱牧野応用測器研究所、三興通商㈱、太陽計器㈱、日置電機㈱、日本農園芸資材研究会

15:00～15:30　総会
15:30～17:00　一般講演発表会
17:30～　懇親会　（会場付近の別会場）

＊上記の時間配分は、これまでの例会を参考に作成した目安ですので、例会参加の際は、関東支部ホームページにてご確認をお願いいたします。また、講演要旨集『関東の農業気象 e-journal』は、参加者各自で、支部ホームページからダウンロード（無料）してください。

関東支部ホームページ　http://agmkanto.ac.affrc.go.jp/

4．一般講演および参加申し込み方法

一般講演申し込み書・参加申し込み書に必要事項を記入の上、**10月13日（金）**までに、本案内状末尾の**事務局宛**に**郵送、FAX**のいずれかにて送付して下さい。また、**E-mail**でも受け付けます。E-mailでお申し込みの場合は、①参加者氏名及び所属、②連絡先（住所、TEL、FAX、E-mail）、③一般講演の有無、講演する場合は題目、著者名（発表者に印）、所属、使用機器、④懇親会参加有無を記入の上、**事務局宛**へ送付して下さい。

5．講演要旨提出方法

全ての講演要旨は、関東支部会誌『関東の農業気象』電子媒体版（e-journal）に掲載され、関東支

部ホームページにて公開されます。要約要旨は、学会誌『生物と気象』に掲載されます。
従って、以下の**2種類の原稿ファイル**を**10月27日（金）**までに本案内状末尾の**担当者宛**に電子メール添付ファイルにてお送りください。原稿は以下の執筆要領に従って書いて下さい。

＜講演要旨ファイル書式＞

ファイル形式はMicrosoftWordまたは一太郎とする。用紙の大きさはA4サイズ　とし、原稿の長さは1ページとします。上25mm、下25mm,左17mm、右17mmのマージンをとり、その枠内に約42字（全角）×40行、文字サイズ11ポイント、MS明朝、MSゴシック等一般的なフォントを使用してください。表題は1行の10字目から書き始め、1行目に収まらない場合は、2行目11字目に続けて下さい。著者名と所属機関は3行目の11字目から書き、所属機関は氏名の後ろにカッコに入れて下さい。3行目に収まらない場合は4行目を使用して下さい。連名の場合は、発表者の左肩に○印をして下さい。本文は5行目から書き始めて下さい。図・表・画像（白黒）は、ファイル内の適切な位置に配置してください。

＜『生物と気象』掲載用　要約講演要旨ファイル書式＞

『生物と気象』第4巻第1号P28～29を参考に、MicrosoftWordまたは一太郎形式とし、A4用紙に、演題、所属、氏名と250字以内の本文を書いて下さい。横書きで1行25字、行幅約12cm、文字サイズは12ポイント程度とします。

6．発表時の使用器械について

今回の例会では、発表時の使用器械として、OHPとPCプロジェクターを用意します。PCプロジェクターを使用する方は、会場にはプロジェクターのみを用意しますので、PCを持参して下さい。

7．参加費用（予定）

一般講演、シンポジウム：

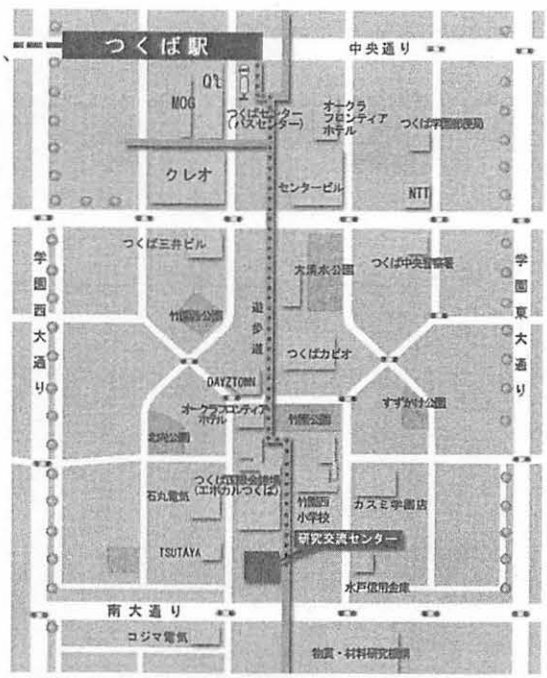
会員、非会員共　（一般）1,000円、（学生）500円

懇親会費：5,000円程度を予定しております。

講演要旨集『関東の農業気象e-journal』は、支部ホームページから無料でダウンロードできます。

8．会場への交通

つくばエクスプレスつくば駅（終点）A3出口、
または、つくばバスターミナルから2階へ上がり、
歩行者専用道（ペデ）で南へ徒歩約20分。
つくば国際会議場（エポカルつくば）の南隣。
詳しくは、http://www.mexttci.go.jp/



９．申し込み・原稿の送付先

参加申込書および一般講演申込書

（事務局）

〒305-8666　茨城県つくば市観音台 3-1-1

中央農業総合研究センター　農業気象災害研究チーム　中圀　江

Tel. 029-838-8418　　Fax. 029-838-8418　　E-mail　suda@affrc.go.jp

講演要旨原稿　E-mail 送付先

農業環境技術研究所 大気環境研究領域　金　元植

E-mail　wonsik@affrc.go.jp,（問い合わせ用電話 029-838-8236）

参加申込書・一般講演申込書

氏名 所属		
住所　　〒		
TEL E-mail	FAX	
一般講演（いずれかに印）	有	無
講演題目 著者名と所属（発表者の左肩に○）		
使用機器（いずれかに印）	PC プロジェクター	OHP
懇親会　（いずれかに印）	参加	不参加

講演要旨集は、関東支部ホームページから、各自でダウンロードをお願いします。

会誌「関東の農業気象」編集投稿規定

会誌「関東の農業気象」は日本農業気象学会関東支部が年１回以上，発行する機関誌で，農業気象に関する経験と知識の交流を図ることを目的とする。本会誌には農業気象に関する調査・研究についての報告や解説記事および支部活動に必要な記事などを掲載する。関東支部の会員，会友は自由に投稿することができる。

1. 編集

1.1. 投稿原稿の採否の決定ならびに会誌の編集は理事会が行う。

1.2. 理事会は投稿原稿の加筆，修正および削除を求めることがある。

2. 投稿

2.1. 本会誌への寄稿は投稿を原則とする。

2.2. 投稿者は本支部の会員，会友もしくはこれと連名でなければならない。

2.3. 投稿者は原稿を支部事務局あてに送付する。

2.4. 投稿原稿は 4.2 で指定するワープロ原稿（Ａ４版）を提出すること。

2.5. 投稿原稿の受理日は支部事務局がこれを受理した日とする。

3. 投稿の種類

3.1. 「関東の農業気象」は巻頭言（とびら），研究短報，総説，研究トピックス，講座・(解説)，報告，書評，支部例会の講演要旨その他理事会が認めた農業気象に関する記事，および本支部の活動の記録の連絡記事より構成される。

3.2. 原稿の長さは原則，研究短報，総説，研究トピックスは刷り上がり４ページ以内，その他の原稿２ページ以内とする。

3.3. カラー印刷に必要な経費は著者の負担とする。

4. 執筆要領

4.1. 次のような構成を原則とし，英文要旨は必要としない。

1. はじめに（序文）
2. 材料および方法
3. 結果

結果および考察としてもよい。

4. 考察
5. 引用文献

必要に応じて小見出しをつける。

4.2. A4 版上質紙を使用し，上 25mm,下 25mm,左 17mm,右 17mm のマージンをとり，その枠内に約 42(全角)×40 行，文字サイズ約 11 ポイントで印字すること。

4.3. 図表は用紙に直接書くか，張り付けて提出すること。写真は，挿入部の部分をあけ，別途，印画紙に焼き付けたものを提出すること。図表の説明は和文とするが，座標軸の説明は英文でもよい。

4.4. 表題を１行目，著者名及び所属を３行目に書き，本文は行間を１行あけて書き始めること。

4.5. 単位は SI か CGS 単位系のどちらかに統一する。

4.6. 引用文献は最小限度にする。本文中での引用は，三原(1969)によれば，などとする。引用文献はＡＢＣ順に本文末に一括する。その書き方は次のようにする。

三原義秋，1969：無加温小温室の夜間温度について，農業気象，25，1-8

4.7. 別刷は請求があれば実費で入手できる。その場合，50 部の倍数を単位として，投稿時に支部事務局に申し込む。

5. 支部例会の講演要旨の執筆要領

5.1. 「関東の農業気象」掲載用

執筆用紙・書式は，全国大会の形式に準ずる。長さは１ページ以上。

5.2. 「農業気象」（全国紙）掲載用

200 字程度にまとめる。テキストファイル形式で保存した電子媒体の原稿を同時に提出すること。

賛 助 会 友

株式会社牧野応用測器研究所（2）
〒165-0025　東京都中野区沼袋 3-19-4
tel:03-3387-6241　fax:03-3319-9996
光電式微風速計。小型・軽量のロガー（新製品ｍｘ－ｃ１１シリーズ）により簡便に長期の計測が可能になりました。電話回線による伝送システム。

英弘精機株式会社（2）
〒151-0073　東京都渋谷区笹塚 2-1-6　笹塚センタービル
tel:03-5352-2911　fax:03-5352-2917
各種日射計、放射計の製造販売を行い、気象観測、農業、工業、土木、建築方面に広く使用されております。

太陽計測株式会社（1）
〒143-0023　東京都大田区山王 1-2-6
tel:03-4426-5000　fax:03-4426-5115
横河電機・日本ＨＰ・横河電子機器製品販売サービス、計測・制御・情報処理・ハード／ソフトの開発・設計・製造・施工。

日本農園芸資材研究会（1）
〒103-0004　東京都中央区東日本橋 2-24-14　ダヴィンチビル 2 階
tel:03-5820-7082　fax:03-3865-0763
農業関連資材、施設の改良に関する調査、試験研究、研究成果の普及。資材、機材の利用法と技術に関する調査、試験研究。

太陽計器株式会社（1）
〒160-0004　東京都新宿区四谷 1-2-6　アーバンビルサカス 5　3 階
tel:03-3226-6682　fax:03-5363-6230　URL:http://www.taiyokeiki.co.jp/
キャンベルの各種データロガー・測器の輸入元、販売を行っています。

デグリーコントロールズインク（1）
〒104-0043　東京都中央区湊 3-5-4　201 号室
tel:03-5542-6380　fax:03-5542-6381　URL:http://www.degreec.co.jp/
温度制御に関する気流センサーに関する部品の設計開発、製造並びに販売、輸出入

株式会社ウイジン（1）
〒158-0097　東京都世田谷区用賀 2-12-14
tel:03-3700-0531　fax:03-3700-5434　URL:http://www.uizin.co.jp/
水位計、土壌水分計、気象測器、環境計測機器などの販売、製作（計画、試作にも応じます）。

パシコ貿易株式会社（1）
〒113-0021 東京都文京区本駒込 6-15-8
tel:03-3946-5621　fax:03-3946-5628　URL:http://www.pacico.co.jp
ホボの商品名で知られるオンセット社製各種データロガー、気象観測システムの総輸入元、販売を行っています。

ダイダン株式会社（1）
〒354-0044　埼玉県入間郡三芳町北永井 390
tel:049-258-1511　fax:049-258-7601　URL:http://www.daidan.co.jp
弊社は建築設備分野の設計、施工を行う会社です。本会では設備の監視制御システムを構築する技術の応用を考えています。

日本ナショナルインスツルメンツ株式会社（1）

〒150-0011　東京都港区芝公園 2-4-1　秀和芝パークビル A 館 4F
tel:0120-527196　fax:03-5472-2977　URL:http://www.ni.com/jp
米国ナショナルインスツルメンツ社製品であるコンピュータ計測制御、データ集録、テストオートメーション用ソフトウェアとハードウェアの日本国内販売、マーケティング、および技術サポート

日置電機株式会社（1）

〒101-0032　東京都千代田区岩本町 2-3-3　友泉岩本町ビル 1F
tel:03-5835-2851　fax:03-5835-2852　URL:http://www.hioki.co.jp/
電気及び電子計測器及び温湿度含めた各種データ遠隔計測、製造販売メーカーです。

三興通商株式会社（1）

〒105-0013 東京都港区浜松町 2-7-1　ハウス浜松町ビル 9F
tel:03-5777-3627　fax:03-5777-3629　URL:http://www.sankotsusho.co.jp
VAISALA 社をはじめとする計測機器総合輸入商社。総合気象海象計測装置、穀物・種子検査装置、土壌発散の CO_2 センサー等の提案・販売・技術サポート・アフターセールスまでをトータルコーディネート

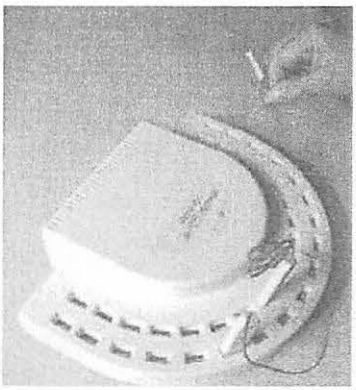
degreeC

CAMBRIDGE ACCUSENSE

36 チャンネル多点気流・気温計測システム

特　　徴

- 36点の空気速度と気流温度センサ（UAS1000シリーズ）、そして/または、熱電対センサ（UTS1000シリーズ）を同時混在接続
- 迅速且つ正確に熱環境と気流状況をモデル化
- 同時に複数の地点の気流と温度を同時測定
- 小型センサによる遠隔で狭量な測定ポイントにアクセス
- PC への USB 接続
- 新しくて改良されたアキュトラックソフトウェアで更にパワーアップした計測環境
- 簡単操作ープラグインで直ちに計測スタート
- 0℃～70℃の温度補償で読み取り値の5%の気流測定精度

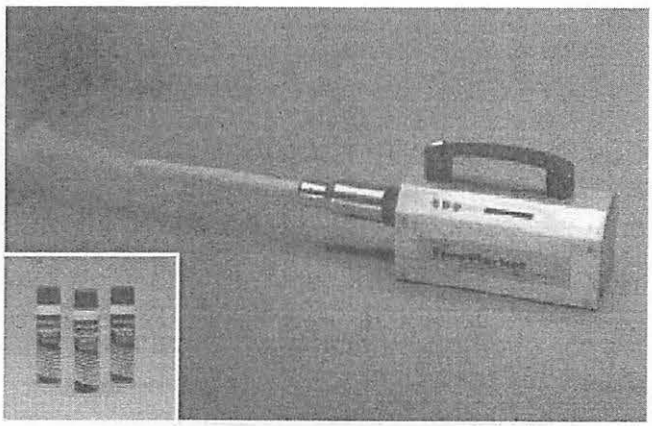


CAMBRIDGE ACCUSENSE

フローマーカー
携帯気流可視化器

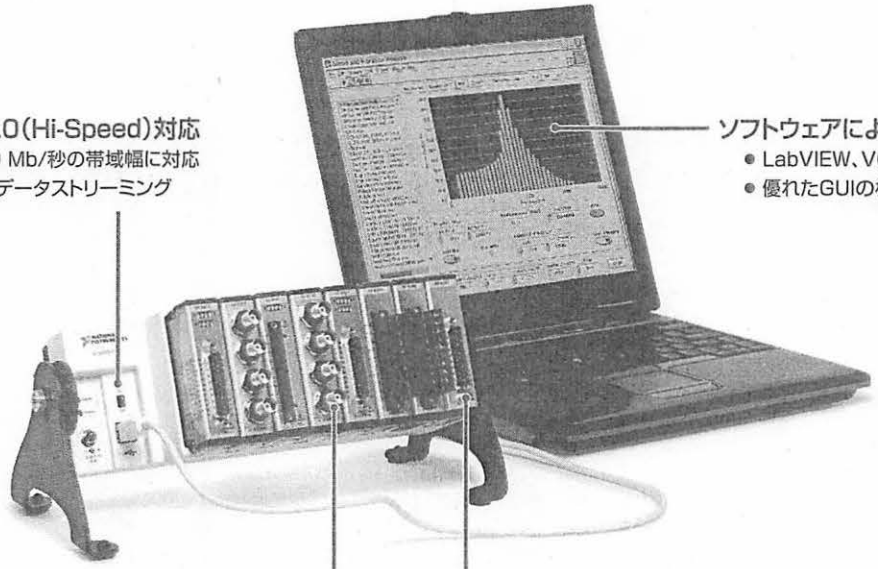
特　　徴

- より詳細な気流状態の把握: 実験環境へ影響を与えることなく気流の検出・視覚化
- 迅速: 渦流の視覚化、ボタンひとつの操作で気流の死角、方向を即座に検知
- 汚染へのリスクの除去: 霧は無毒、無菌で炭酸ガスと水に昇華
- ユーザーフレンドリー: 小型、軽量のポータブルデザインは、様々な使用環境を提供
- 用途: 薬品開発、電子機器熱設計、空調機器、動物ゲージ、風洞など様々なニーズに対応
- 他のケンブリッジ アキュセンス機器との連携: ATM-24、クワトロフロー等の多点温度・風速計測システムとの連携で、更に細密な気流計測環境を提供



デグリーコントロールズインク
東京事務所
〒１０４－００４３　東京都中央区湊３－５－４　２０１
http://www.degreec.co.jp/
info@degreec.co.jp
電話:03-5542-6380　　FAX:03-5542-6381

簡単、多機能、USBデータ集録。



USB 2.0(Hi-Speed)対応
- 480 Mb/秒の帯域幅に対応
- 高速データストリーミング

ソフトウェアによるカスタマイズ
- LabVIEW、VC++、VBなどに対応
- 優れたGUIの構築や、オンライン解析

ホットスワップに対応
- 簡単なモジュールの入替
- システムダウンタイムの短縮

様々なセンサに対応
- 熱電対・加速度・ひずみ等に対応
- センサの直接接続が可能

1.選ぶ　2.つなぐ　3.測る

モジュールを選定し、スロットに装着するだけでシステムを構成

USBのプラグアンドプレイで設定・構成の簡略化

無料データロガーで、購入後すぐに計測を開始

NI CompactDAQシステム構成例

下記ハードウェアとLabVIEW(ベースパッケージ)を使用し、温度計測・制御システムを45万円以下で実現

システム例	製品名	参考価格(税抜)	使用個数
8 ch熱電対計測 + 4 ch電圧出力	NI 9211 熱電対入力モジュール	¥31,000	2
	NI 9263 電圧出力モジュール	¥40,000	1
	NI cDAQ-9172 CompactDAQ シャーシ	¥134,000	1

- 様々なタイプの熱電対(J、K、R、S、T、N、E、B)に対応
- 電圧出力を組み合わせることにより、外部機器(電磁バルブ等)の制御も可能

30 YEARS OF EXCELLENCE 1976-2006 National Instruments 20 LabVIEW 20 YEARS OF INNOVATION 1986-2006

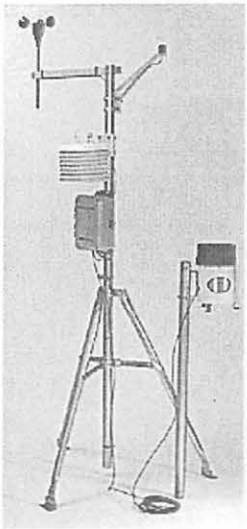
バーチャルツアーでNI CompactDAQがわかる!
今すぐ *ni.com/jp/compactdaq* へ。

日本ナショナルインスツルメンツ株式会社
0120-108492　ni.com/jp

NATIONAL INSTRUMENTS™

© 2006 National Instruments Corporation. All rights reserved. LabVIEW, National Instruments, NI, ni.com, and NI CompactDAQ are trademarks

ホボ ウェザー ステーション



	ホボ ウェザーステーション ロガー	ホボ マイクロステーション ロガー
ロガー本体価格（税込）	¥72,000	¥36,000
チャンネル数	Max15チャンネル（500,000サンプル）	Max4チャンネル（500,000サンプル）
操作性	プラグイン式スマートセンサー 配線／キャリブレーション不要 接続センサー組合せ自在 交換可能標準AAアルカリバッテリー×4ケ、寿命1年 Windows対応アプリケーションソフト	
柔軟性	観測要求センサー選択自在 （温・湿度、光量子、日射、風向・風速、降雨量、気圧、土壌水分、電圧、電流、パルス） 各種取り付け方法：2m、3mトリポッド、ポストマウント センサー取り付け高：調整可能 スタート方式：プッシュボタンorスタート時刻予約	
信頼性	状態確認ランプ 低電圧バッテリー、低残量メモリー警告 不揮発性EEPROMメモリー （バッテリー切れによるデータ消失事故回避） 補助バッテリー：計測中のバッテリー交換可能	
精度	リサーチグレード（詳細はセンサー仕様参照） WMO、AASC準拠センサー取り付けマウンティング	

写真=システムアップ例

（注）上記価格はロガー本体のみです。システム価格はセンサー等の構成により異なります。

雨量ロガー/ロガー組込雨量計

雨量計接続用ロガー

ロガー標準組込雨量計

仕様	雨量計接続用ロガー	ロガー標準組込雨量計
モデル	UA-003-64	RG3-M
分解能	—	0.2mm
記録容量	16,000回	16,000回（最大3,200mm）
寸法（mm）	71×33×23	165φ×254H
重量	50g	2.7kg
内蔵バッテリー	CR-2032交換可能リチウムバッテリー，寿命1年	
単価（税込）	¥15,000	¥72,000
専用ソフト	別売	

水位ロガー

水位ロガー

仕様	水位ロガー			
モデル	U20-001-01	U20-001-01-Ti（海水対応型）	U20-001-02	U20-001-03
計測範囲	9m；0～207kPa		30m；0～400kPa	76m；0～850kPa
精度	±2.1cm（±0.1%FS）		±4.1cm（±0.1%FS）	±8.7cm（±0.1%FS）
分解能	0.21cm		0.41cm	0.87cm
本体価格（税込）	¥63,000	¥95,000	¥63,000	¥63,000
内蔵温度センサー仕様	全モデル共通			
計測範囲	-20℃～50℃			
精度	±0.37℃@20℃			
分解能	0.1℃@20℃			
記録容量	21,700サンプル（圧力+温度セット）			

姉妹品：気温、湿度、照度、電圧、電流、光量子、日射、風向、風速、土壌水分、気圧、CO_2、その他

製造者 米国オンセット コンピューター社

総代理店 **パシコ貿易株式会社**

〒113-0021 東京都文京区本駒込6丁目15番8号

TEL：03-3946-5621㈹　FAX：03-3946-5628

URL：http://www.pacico.co.jp　E-mail：sales@pacico.co.jp

データロガー

Campbell Scientific, Inc.　　CR1000

CR1000 シリーズは殆どの測定・制御の要求に応えることができます。
CR1000 にデータを取り込むには直接接続の他にも多種多様な接続方法に対応しています。
また、コンパクトフラッシュモジュール(CFM100)も利用できます。
センサー類は目的に応じて純正品以外にも、殆どの他社製センサー類が使用できます。
用途に応じてメモリーが 4MBのタイプや、−55℃〜＋85℃の過酷な温度にも耐えられるタイプもご用意してあります。
プログラム言語は CR-BASIC を採用しています。

＜仕様＞

		CR1000
アナログ入力チャンネル		Differential 8 Single End 16
最大入力電圧		±5000mV
A/D 変換ビット数		13
スキャンインターバル		100Hz
バーストモード		1500Hz
パルス入力チャンネル数		2
印加電圧チャンネル数		3
Excitation 電圧		±2500mV
コントロールポート数		8
電源電圧		9.6〜16Vdc
環境温度	標準	−25〜＋50℃
	オプション	−55〜＋85℃
寸法		23.9×10.2×6.1cm
重量		0.95kg

Campbell Scientific, Inc. 日本総代理店 太陽計器株式会社
http://www.taiyokeiki.co.jp/

四谷分室
〒160-0004　東京都新宿区四谷 1-2-6 アーバンビルサカス５－３階
e-mail:campbell@taiyokeiki.co.jp
電話 03-3226-6682 / FAX 03-5363-6230

2006年度日本農業気象学会関東支部役員名簿

支部長

青木　正敏　　東京農工大学農学部大気環境学
〒183-9809　東京都府中市幸町3-5-8
Tel. 042-367-5727　　Fax. 042-367-6078
E-mail　aoki. mas@ cc. tuat. ac. jp

理事

(事務局)

中園　江　　中央農業総合研究センター　農業気象災害研究チーム
〒305-8666　茨城県つくば市観音台3-1-1
Tel. 029-838-8418　　Fax. 029-838-8418
E-mail　suda@affrc. go. jp

(例会)

井上　聡　　農業環境技術研究所　大気環境研究領域
〒305-8604　茨城県つくば市観音台3-1-3
Tel. 029-838-8206　　Fax. 029-838-8211
E-mail　ino@affrc. go. jp

横山　仁　　東京都環境科学研究所　調査研究部
〒136-0075　東京都江東区新砂1-7-5
Tel. 03-3699-1331　Fax. 03-3699-1345
E-mail　hitoshi_yokoyama@member. metoro. tokyo. jp

(会計)

石井　雅久　　農村工学研究所 農村総合研究部　農業施設工学研究チーム
〒305-8609　茨城県つくば市観音台2-1-6
Tel. 029-838-7655　　Fax. 029-838-7609
E-mail　masaisii@ affrc. go. jp

後藤　慎吉　　農業環境技術研究所　大気環境研究領域
〒305-8604　茨城県つくば市観音台3-1-3
Tel. 029-838-8202　　Fax. 029-838-8211
E-mail　shinkich@affrc. go. jp

(発送・編集)

中屋　耕　　電力中央研究所　環境科学研究所
〒270-1194　千葉県我孫子市我孫子1646
Tel. 04-7182-1181(代)　　Tel. 070-6568-9817(直)　　Fax. 04-7183-5061
E-mail　cow@criepi. denken. or. jp

金　元植　　農業環境技術研究所　大気環境研究領域
〒305-8604　茨城県つくば市観音台3-1-3
Tel. 029-838-8236　　Fax. 029-838-8236
E-mail　wonsik@affrc. go. jp