第7回 CEReS研究発表会：

穀物生産指標CPIと水ストレス観測

金子大二郎
松江高専　環境・建設工学科
生産・建設システム工学専攻

穀物生産指標CPIと水ストレス観測

モデリングの基本方針

1) 日射データによるモデル化

2) 光合成への温度影響と
出穂・登熟期の温度障害を考慮

3) 植生指標NDVIによる
植生現存量の表示

現存量実測方式の光合成型穀物生産指標のモデル化

光合成速度と水稲の穀物生産指標CPI

改良型

$$CPI = F_{Ster}(T_c) \int_{t_s}^{t_h} PSN \cdot dt$$

$$PSN = \frac{a \cdot APAR}{b + APAR} \cdot f_{Syn}(T_c) \cdot \beta_s \cdot eLAI$$

ここに
- PSN ：光合成速度
- $APAR$ ：吸収光合成有効放射
- β_s ：気孔開度，
- a, b ：Michaelis-Menten定数
- T_c ： 葉温
- T_{ster} ：不稔限界温度
- $eLAI$ ：有効葉面積指数
- F_{ster} ：不稔の温度応答関数
- f_{Syn} ：光合成温度影響関数

穀物生産指標CPIと水ストレス観測

1．研究の背景

（1）水資源の変動の増大とアジアの穀物生産量の監視

水資源と食糧需給上の社会的問題点

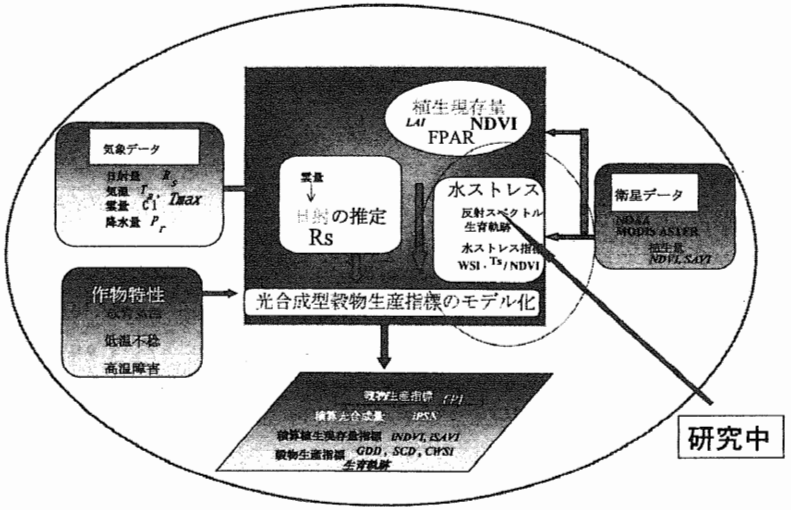
1)人口増加と水資源需要 灌漑が最大の需要）
2)近年の気候と降水量の変動増大 豪雨と旱害）
3)早期監視の必要性 食糧自給率と隣接国）
4)食糧自給率と関税上限動向

（2）衛星による従来の監視法の問題点

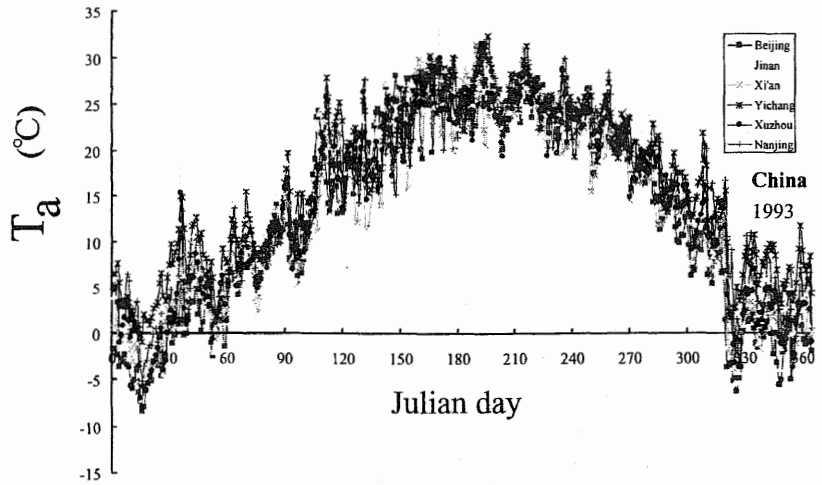
a) **日射と植生現存量のみ.**
b) **低温不稔・高温障害を考慮していない.**
c) **水資源制約の時代に対応していない（水ストレス）.**

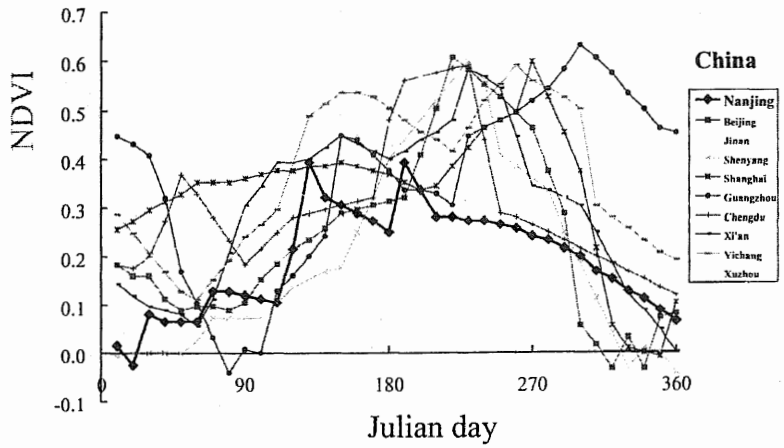
穀物生産のモニタリング精度におのずから限界がある.

光合成型穀物生産指標のモデリング

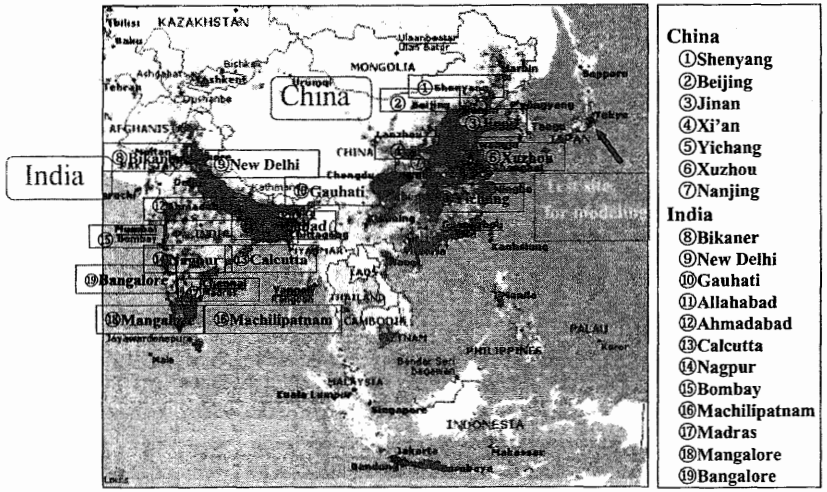


研究中



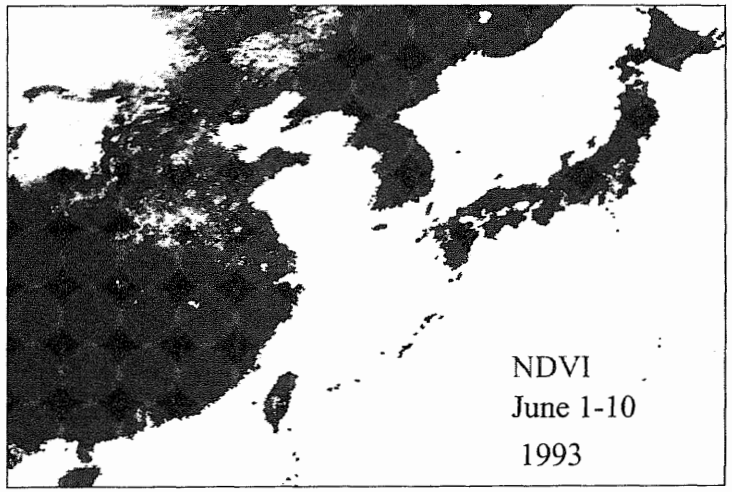


Distribution of Observation Sites
for World Weather



China
①Shenyang
②Beijing
③Jinan
④Xi'an
⑤Yichang
⑥Xuzhou
⑦Nanjing
India
⑧Bikaner
⑨New Delhi
⑩Gauhati
⑪Allahabad
⑫Ahmadabad
⑬Calcutta
⑭Nagpur
⑮Bombay
⑯Machilipatnam
⑰Madras
⑱Mangalore
⑲Bangalore

Distribution of NDVI in China and Japan



温度障害の影響関数形

高温障害影響関数

$$y = 1 - \exp(k_{Hster}(T_c - T_{Hster}))$$

ここに，　T_c　：　葉温

T_{Hster}：　収量が半分となる高温障害温度

低温不稔影響関数

$$y = 1 - \exp(k_{Lster}(T_{Lster} - T_c))$$

ここに，　T_c　：　葉温

T_{Lster}：　収量が半分となる高温障害温度

光合成温度影響関数

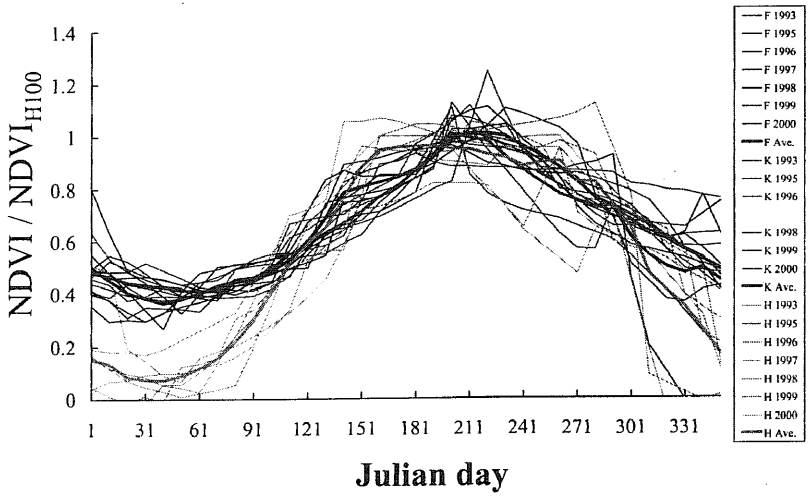
Sigmoidal関数によるS字型

$$f_{syn}(T_c) = \left[\frac{1}{1 + \exp\{k\ (T_c - T_{hsv})\}} \right]$$

ここに，T_{hsv}：　光合成速度が半分となる温度

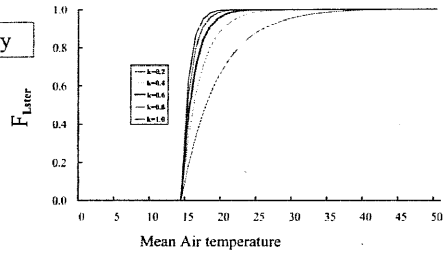
T_c　：　葉温

k　：　勾配係数

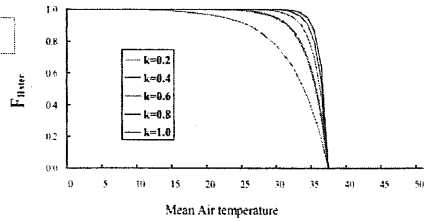


Temperature Influence Functions on Crop Production

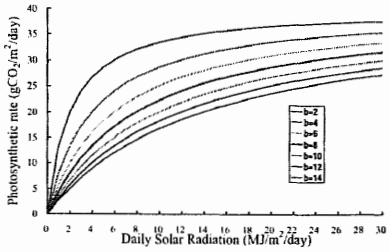
Low Temperature Sterility

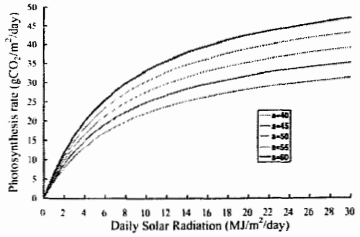


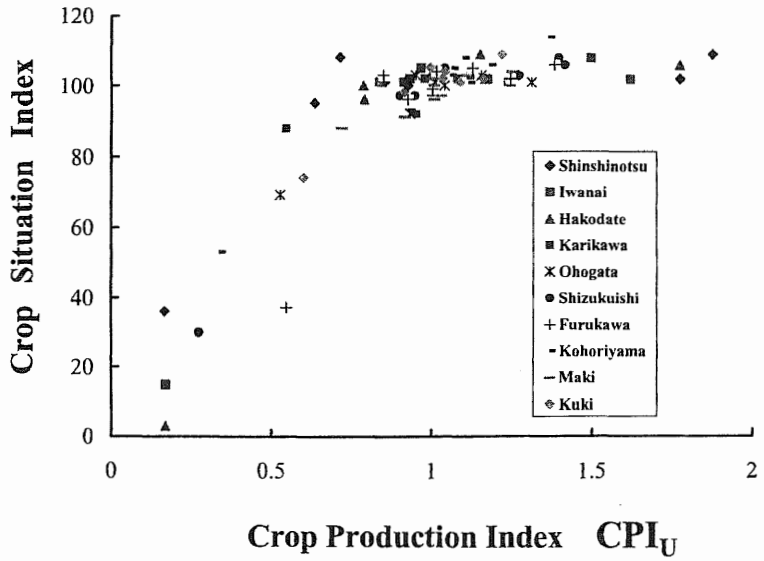
High Temperature Injury



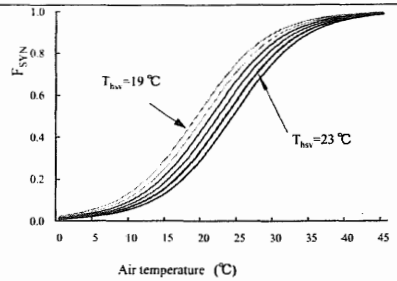
Solar Radiation Functions on Photosynthesis

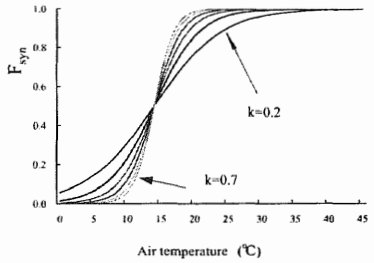






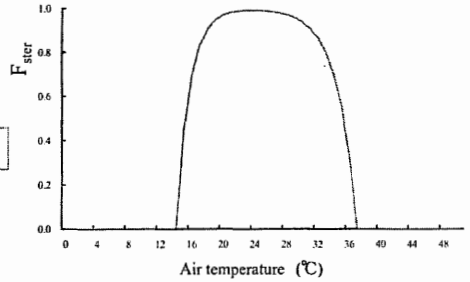
Temperature Influence Functions on Photosynthesis



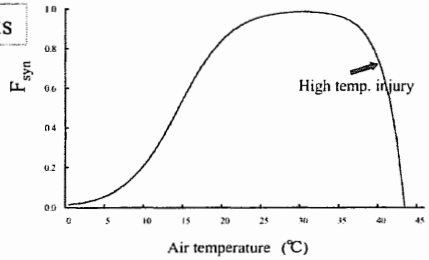


Composite Temperature Functions on Crop Production

Sterility



Photosynthesis

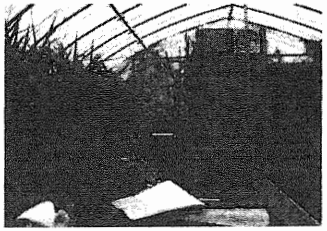


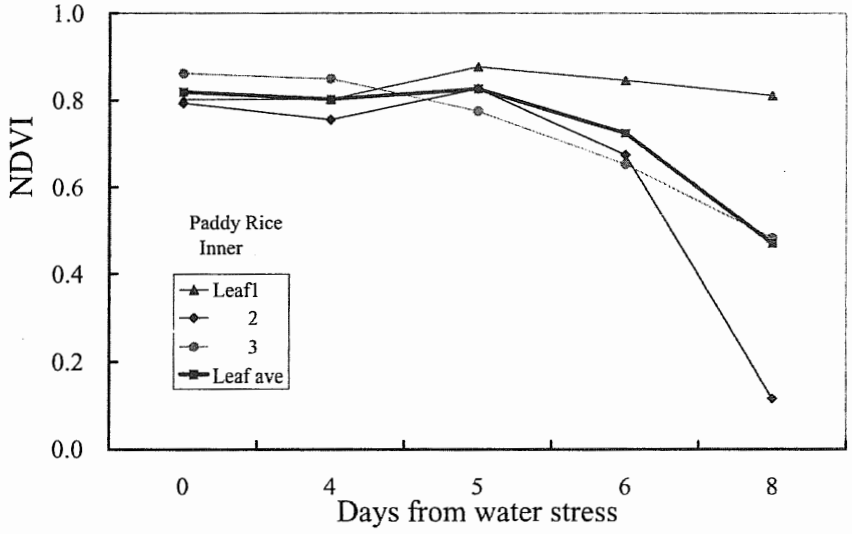
水稲水ストレス実験

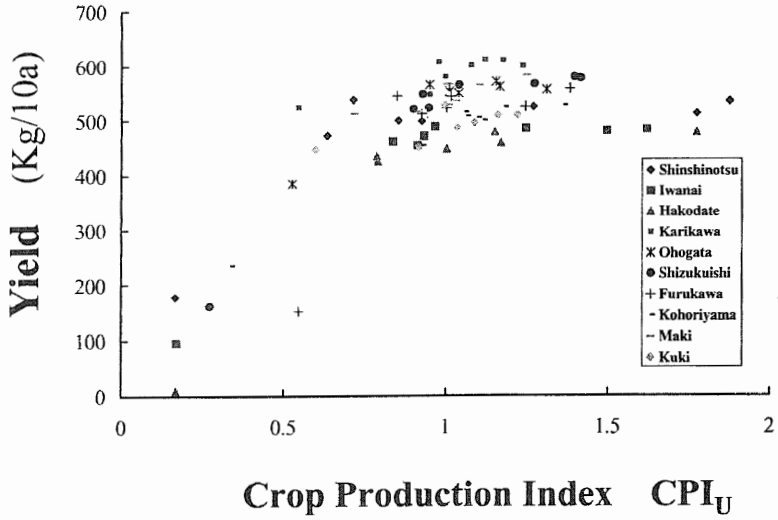
温度傾斜型
制御温室
TGC

分光放射計

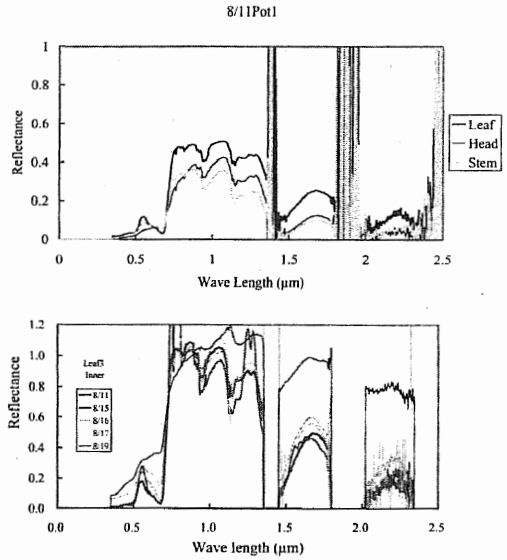
反射スペクトル測定

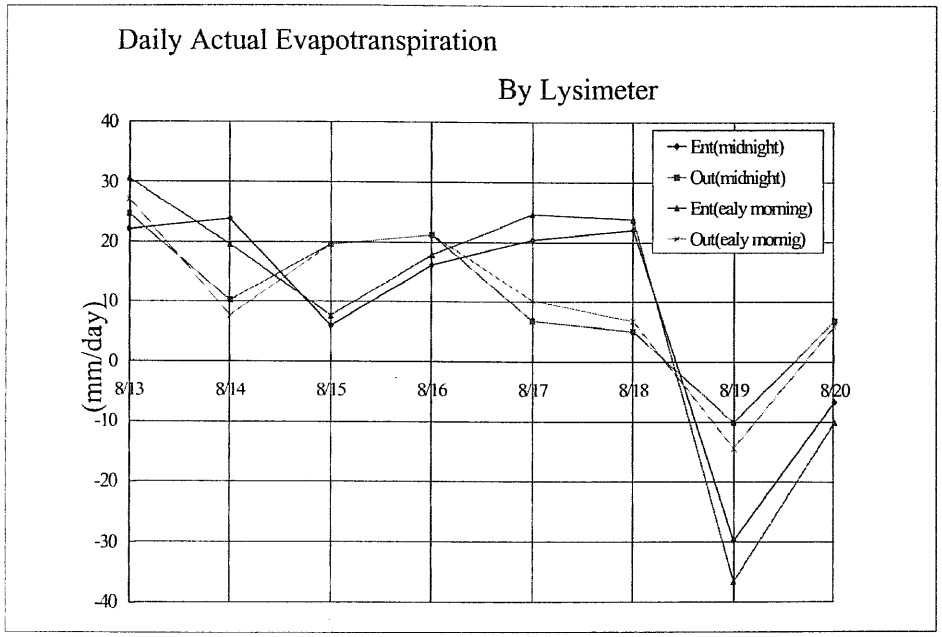


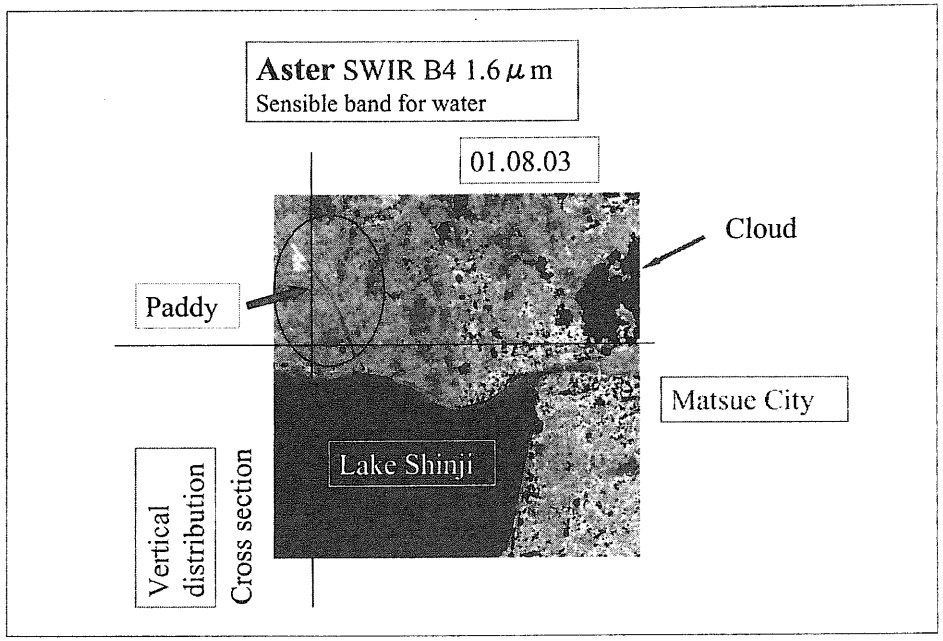


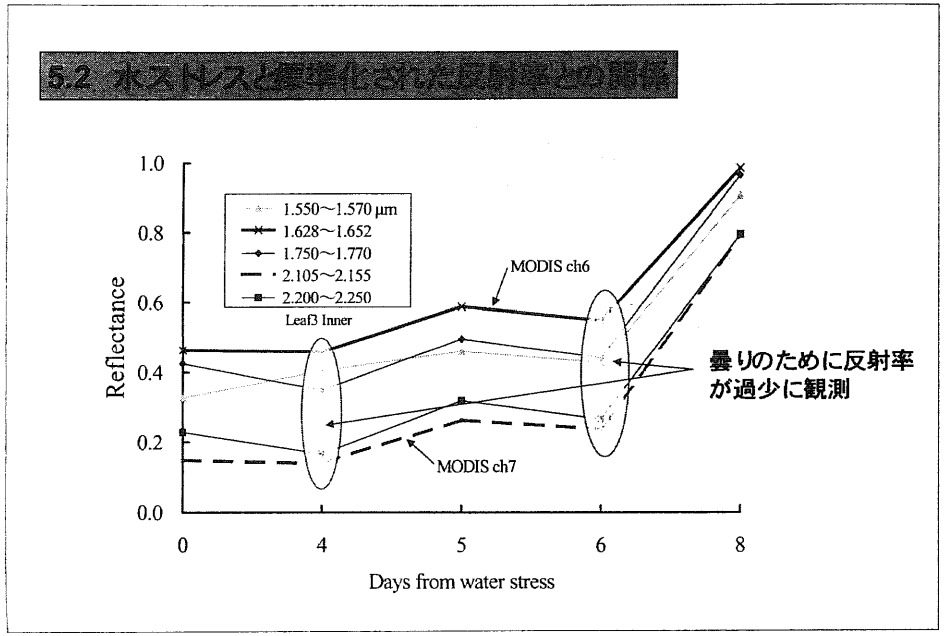


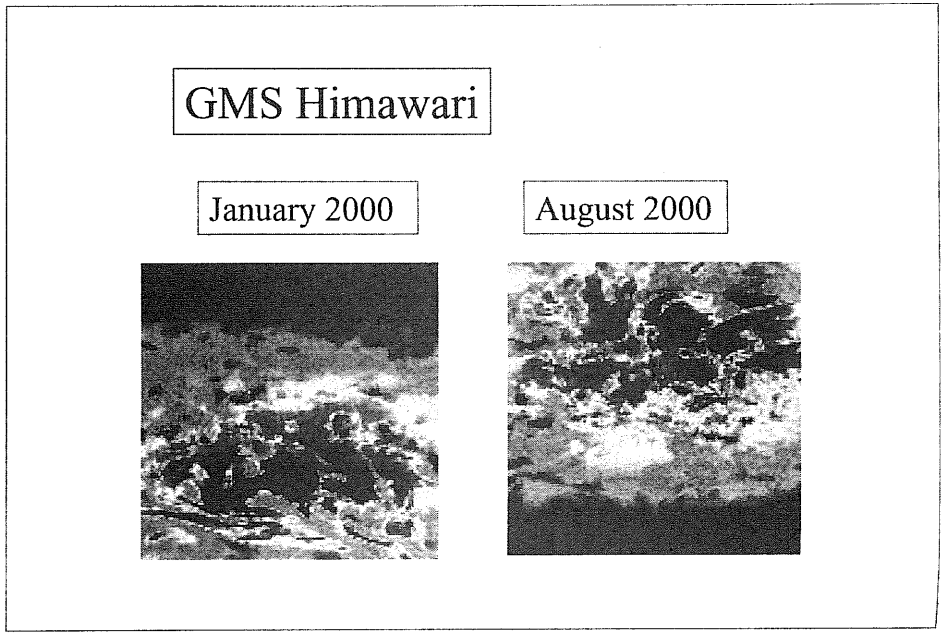
水稲の分光反射率



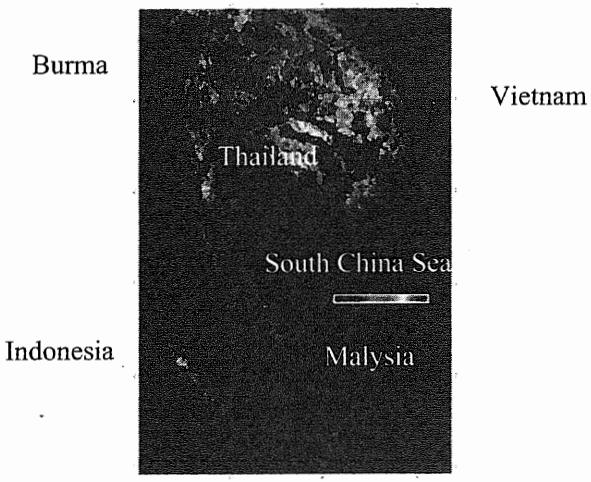

Daily Actual Evapotranspiration
By Lysimeter
Ent(midnight)
Out(midnight)
Ent(ealy morning)
Out(ealy mornig)
(mm/day)
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
-40
8/13
8/14
8/15
8/16
8/17
8/18
8/19
8/20


Aster SWIR B4 1.6 μm
Sensible band for water
01.08.03
Cloud
Paddy
Matsue City
Lake Shinji
Vertical distribution
Cross section


5.2 水ストレスと標準化された反射率との関係
1.550～1.570 μm
1.628～1.652
1.750～1.770
2.105～2.155
2.200～2.250
Leaf3 Inner
MODIS ch6
MODIS ch7
曇りのために反射率
が過少に観測
Reflectance
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
4
5
6
8
Days from water stress

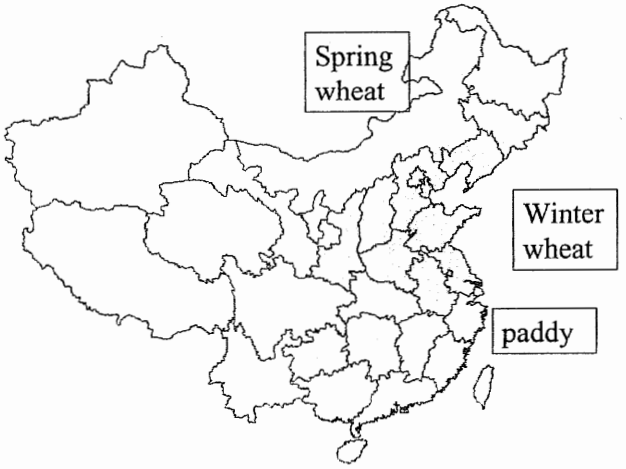

GMS Himawari
January 2000
August 2000

MODIS Ts Thailand
Indo China peninsula



Aster VNIR B2

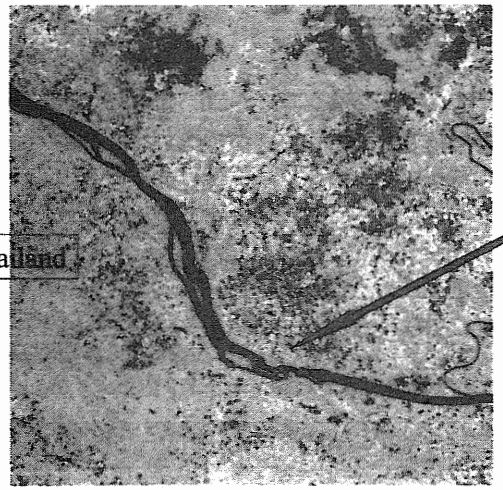
China Crop Distribution



Paddy

Aster SWIR B4 1.6 μm
Sensible band for water

Short Wave Infra-Red



Nov.29, 2003

Dry Season

Aster VNIR B2

結論： 植生指標NDVIと気象データによる 穀物の作況監視指標のモデリング

アジアの人口増加と水資源変動の拡大を背景に，中国を中心とした穀物生産量のモニタリングを目的として，作物の水ストレスの視点から必要となってきた光合成型の穀物生産指標を開発してきた。

1．シミュレーションによる生育の推定に代わり，衛星からの植生指標によって生育を現況追跡する穀物生産指標.

本指標の特徴：

a） モデルの透明性（明快化）の確保

b） 日射・気温障害・植生現存量を考慮

2．光合成型の穀物生産指標による穀物生産のモニタリング

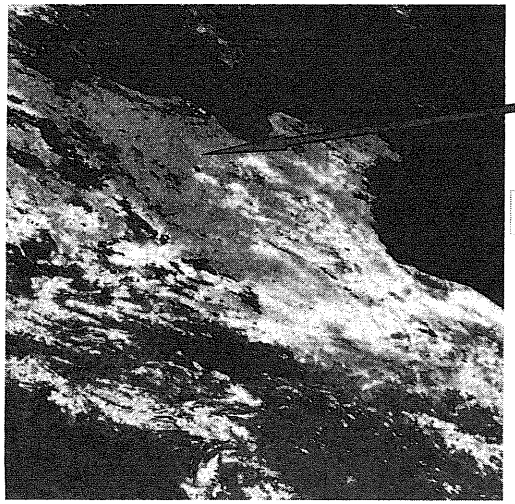
次の段階：

a）水ストレスのモデル化

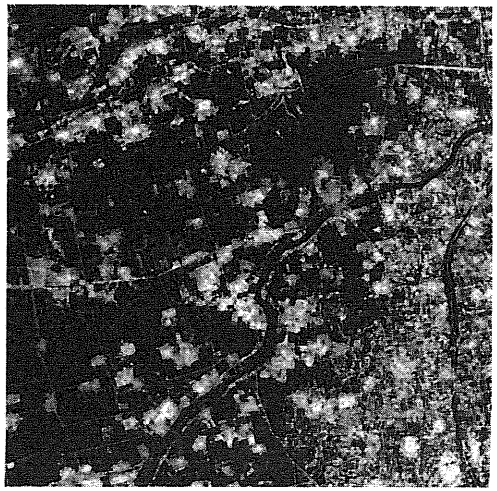
b）GMS（日射）・MODIS（NDVI,Ts、スペクトル）・ASTER（検証用）の利用

c） 水稲から小麦への応用

MODIS Surface Temperature for winter wheat
China Shangtung Jinan (山東省済南市)



2001.0210-0217

8 days Ts

Aster SWIR B4 1.6μm
Sensible band for water