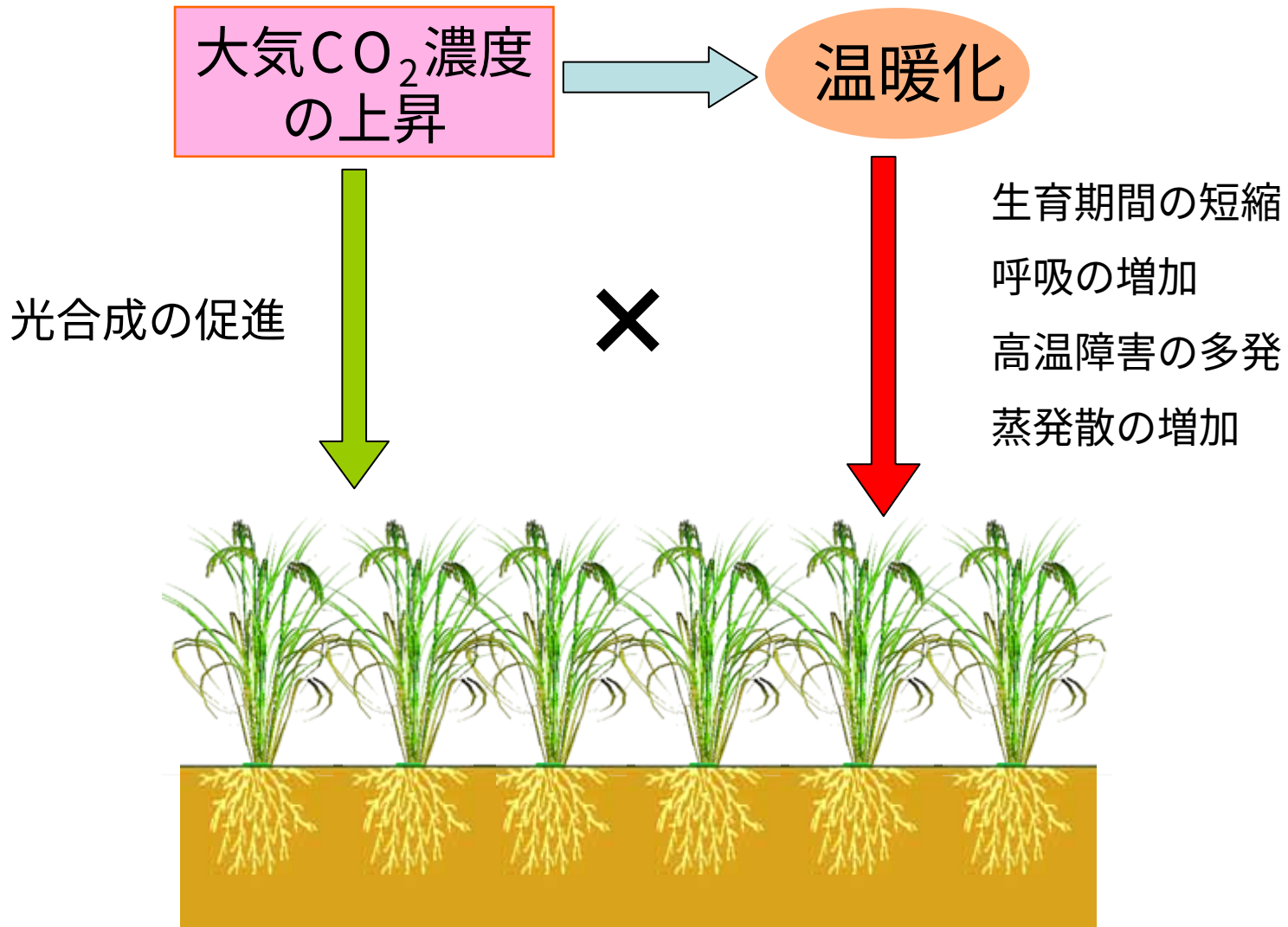


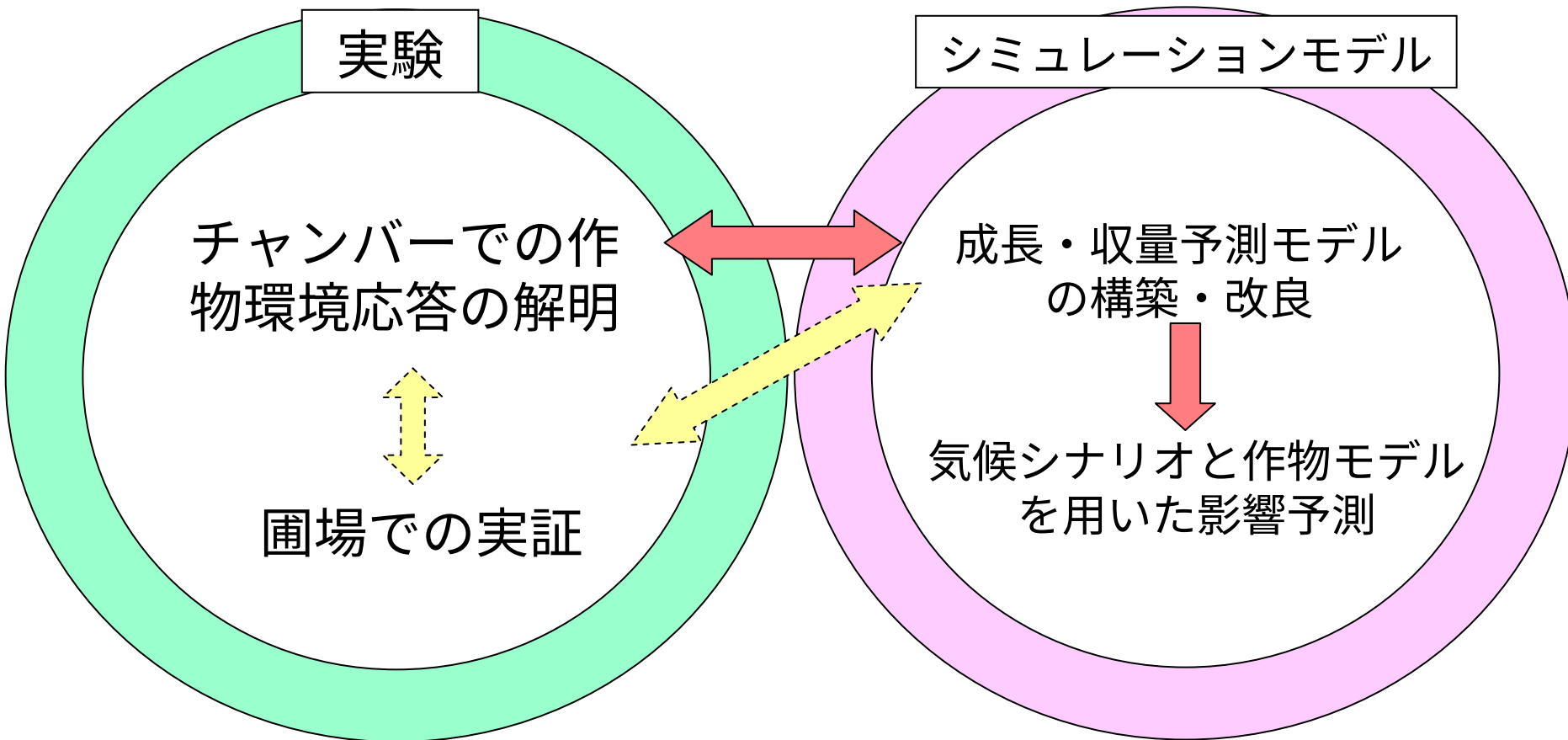
大気CO₂増加，温暖化が水稻生産に 与える影響

農業環境技術研究所 大気環境研究領域
長谷川 利弘

気候変化と作物生産



作物収量の将来予測

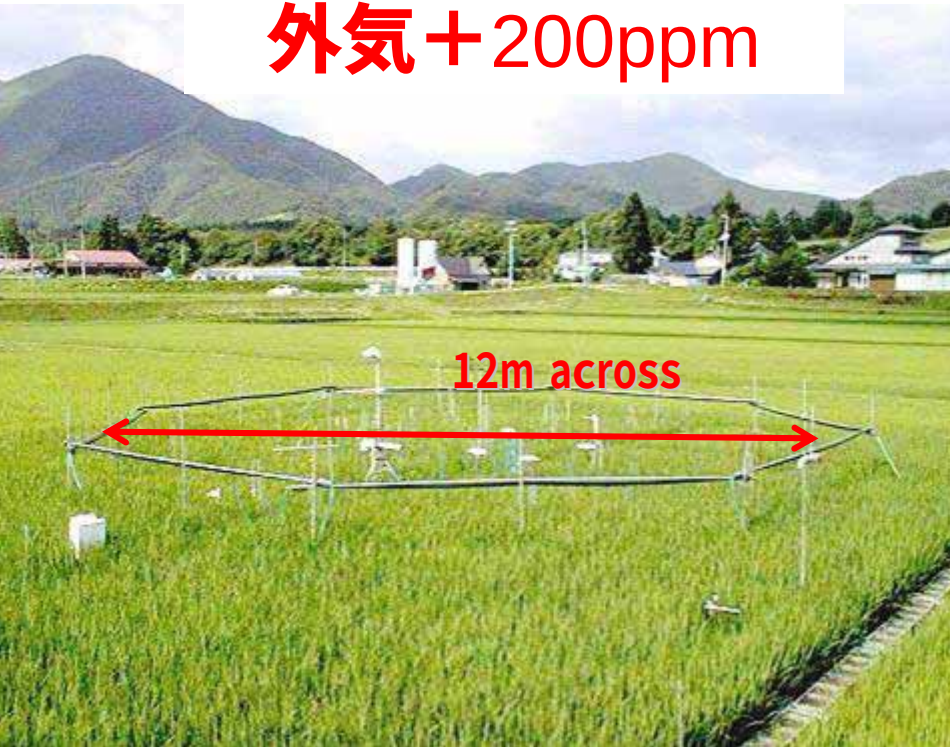


圃場におけるイネの開放系大気CO₂増加 (FACE)実験

岩手県雫石町

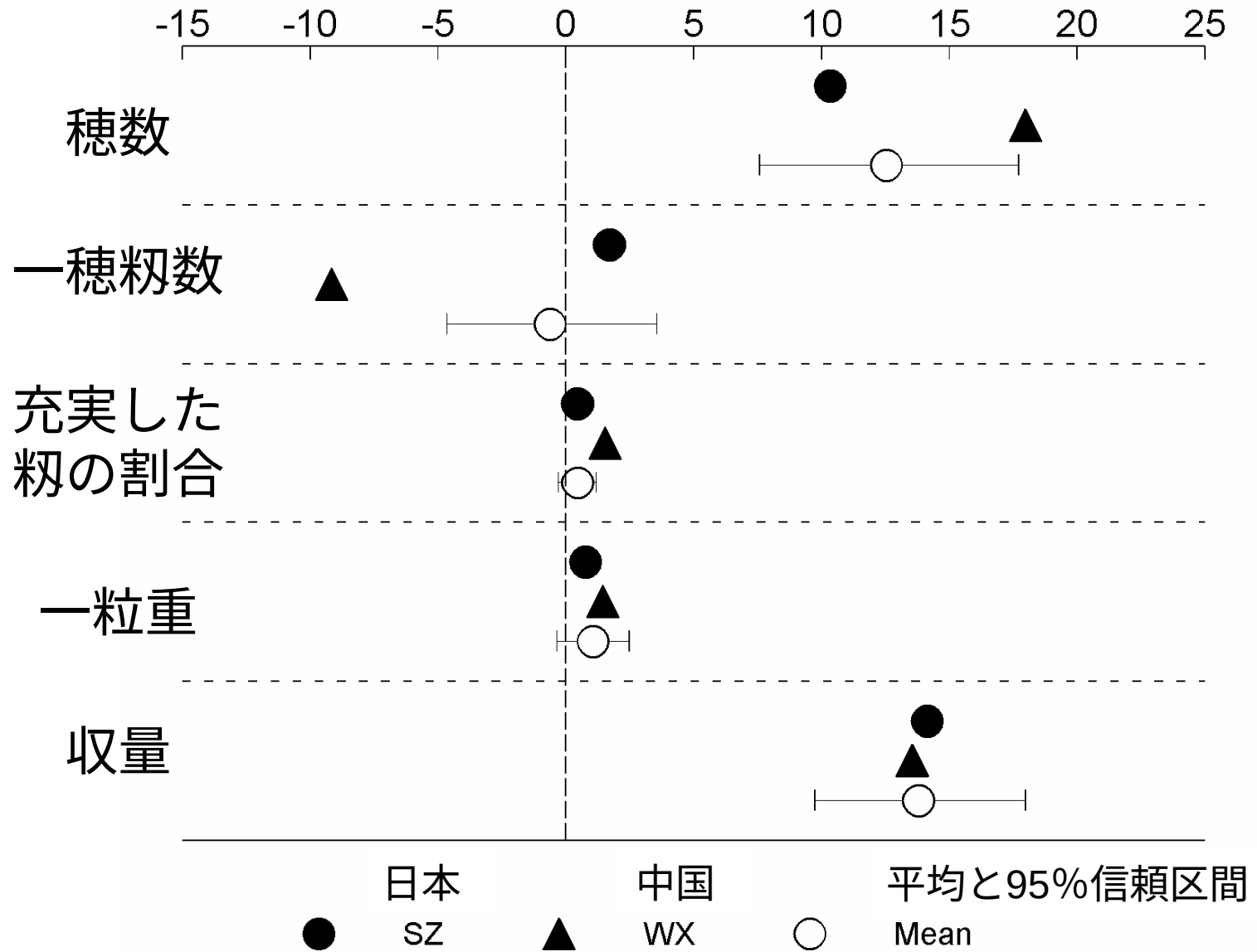
(39° 38' N, 140° 57' E)

外気+200ppm

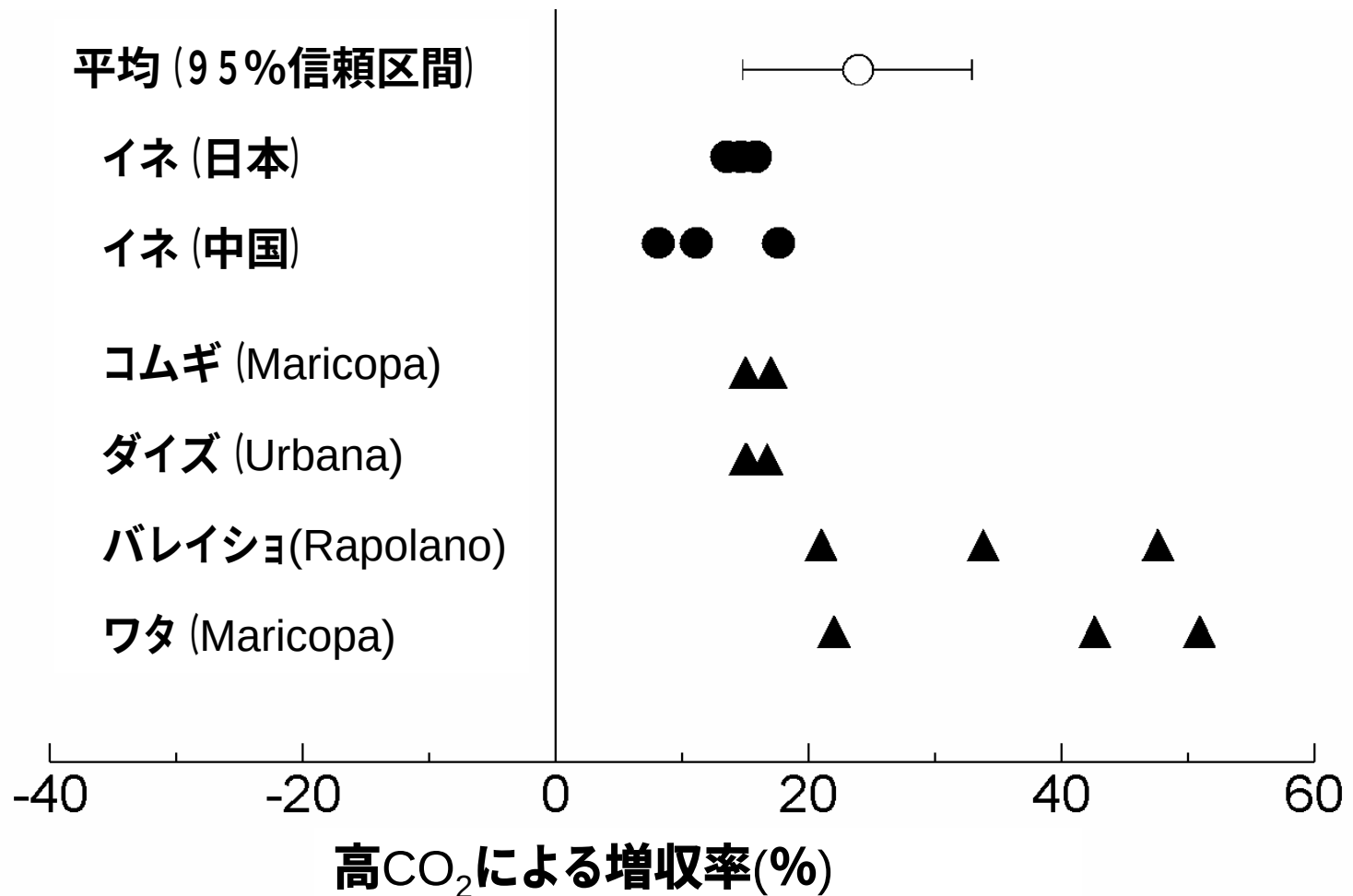


中国江蘇省無錫 (31° 37' N,
120° 28' E), 江都 (32° 5' N,
119° 2' E),

圃場におけるCO₂増加（+200ppm）処理による収量および収量関連形質の増加率（%）



FACE実験における増収率の作物種間比較



Hasegawa et al. (2005)の総説にMorgan et al. (2005)によるダイズのデータを加えた。平均と信頼区間はLong et al (2004)によるメタ解析結果。 処理はいずれも外気+約200ppm.

温度の影響

$$\text{収量} = \text{乾物重} \times \text{収穫指数}$$

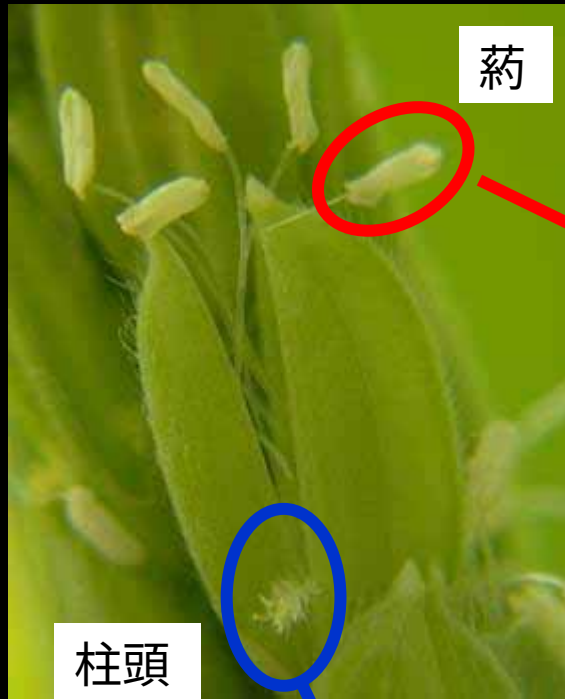
生育期間の短縮
呼吸の増加

不稔・登熟障害
の増加

- ◇ 生育期間の累積的な影響
- ◇ 温度に対してなだらかな連続関数

- ◇ 開花・授精時の影響
- ◇ 1－2℃の違いで稔実歩合は激減
- ◇ 粒重の低下

開花期の高温による不稔



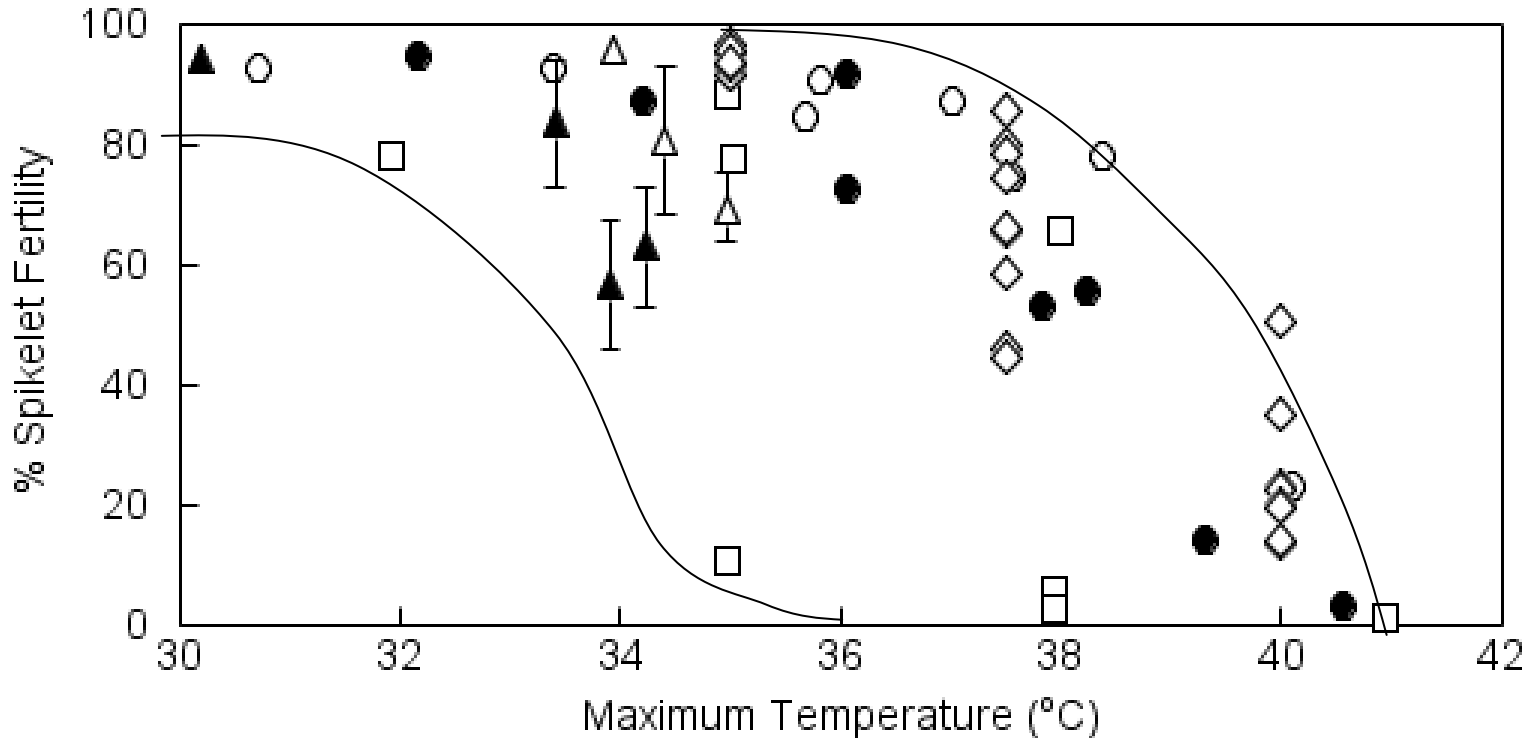
開花期の温度が
34～35℃を超え
ると、葯の裂開や
花粉の溢出が阻害
される (Matsui et al.
2001)。



不稔の発生

1℃の上昇につき約
16%不稔率の割合
が増加 (金ら, 1996
のデータから)。

様々な条件における稔実歩合と開花期頃の最高気温



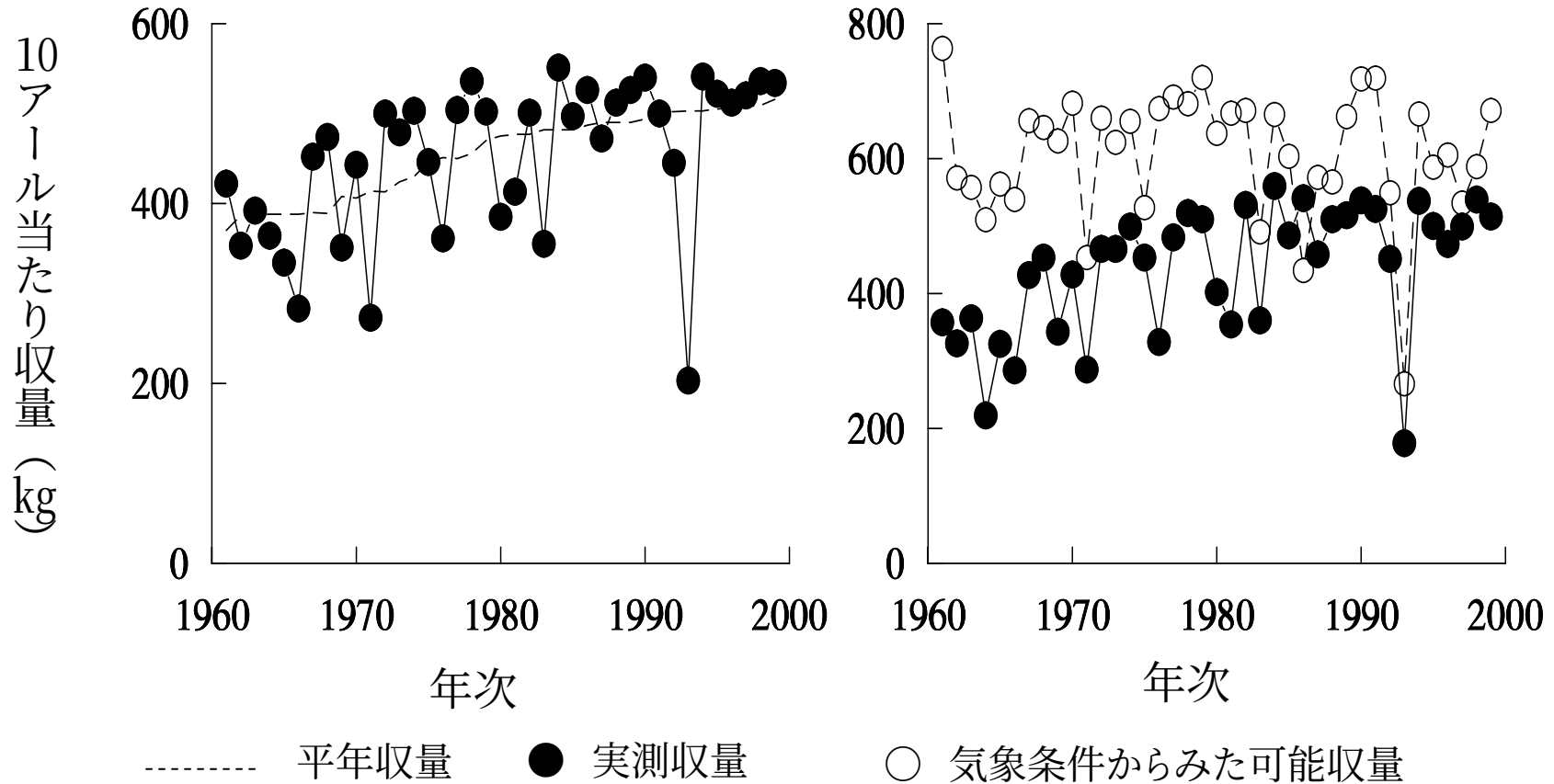
○●, 金ら(1996) ; △▲, Matsui et al (1997); □, Satake & Yoshida (1977);

◇, Matsui et al. (2001)から。黒塗り (太字) は高CO₂区 (650–700ppm)。

不稔推定における不確実性の要因

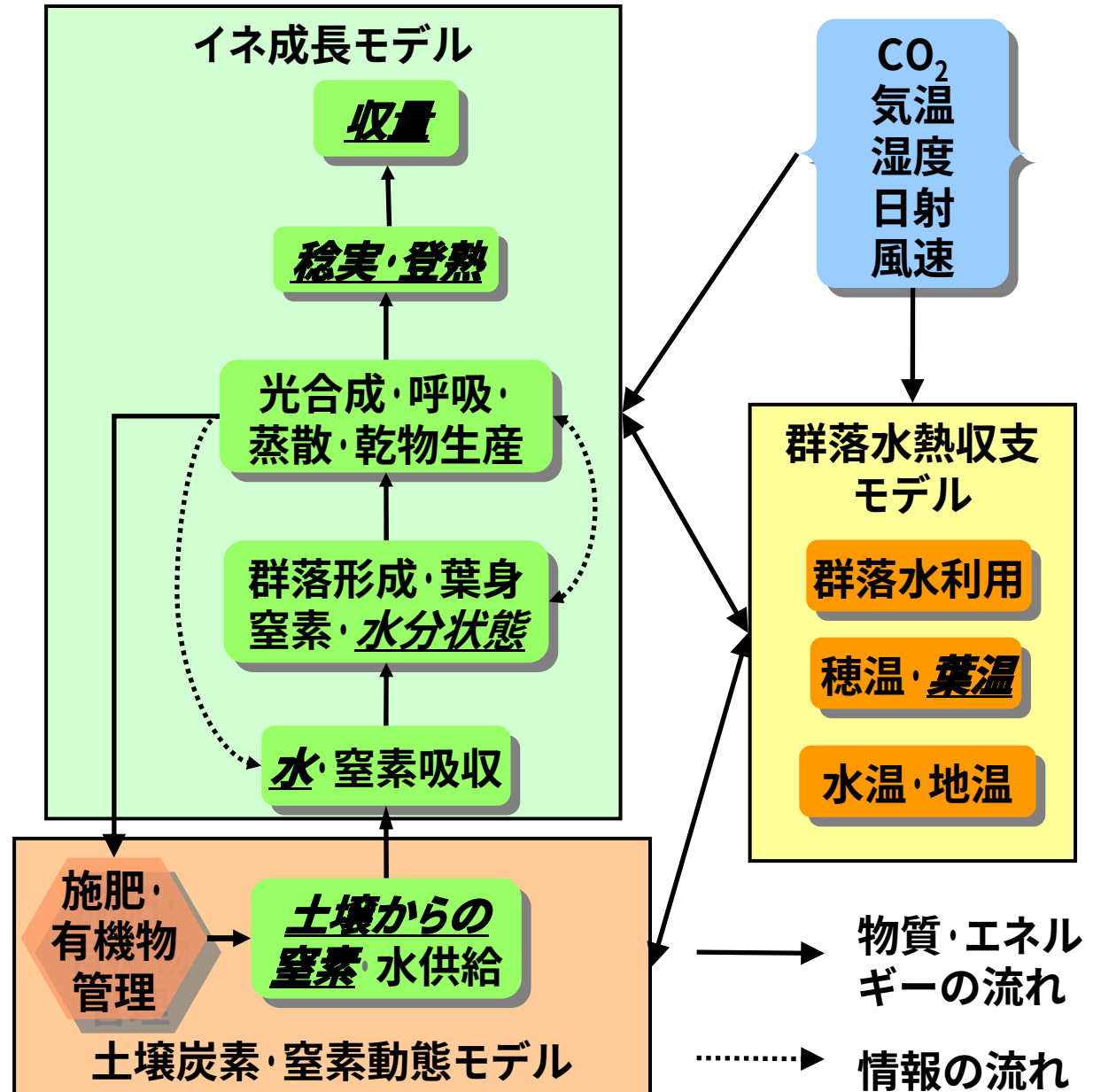
- 栽培培地の違い (土耕, 水耕; ポット, 擬似圃場, 圃場)
- 稲体要因 (水分, 栄養状態, 穎花数)
- 品種による違い
- 温度以外の環境要因 (大気CO₂濃度の影響, 湿度, 風速, 日射など)

収量変動の2つの捉え方



北海道の水稻の平年収量と実測収量の推移（左）および札幌の気象条件からみた可能収量と実測収量（石狩支庁）（右）。（実測および平年収量データは農林水産省「作物統計」より。達成可能収量はShimono（2003）の水温に基づく水稻生育モデルによる。

気候変化や異常気象がイネの生育・収量に及ぼす影響を、栽培管理条件の違いも考慮して圃場スケールで評価するためのモデル（開発中）。



システム概要図(斜体・下線は完成度の低い過程)

まとめ

- 大気CO₂濃度の上昇, 温暖化下における生育・収量予測には多くの不確実要因が含まれる。チャンバーと圃場との違いを理解し, 予測に反映させることが重要である。
- 作況変動を解析したり, 気候変化による収量の趨勢を考慮する上では, 異常温度による不稔, 塩害, 台風害といった減収要因と, 日射, CO₂濃度, 温度などに依存する乾物生産の変動とを分けて考えることが望ましい。
- 考慮する成長過程と環境要因を明示したモデルは, そのための有効な解析手法になるものと考えられる。