

(学会発表っぽくいきます)

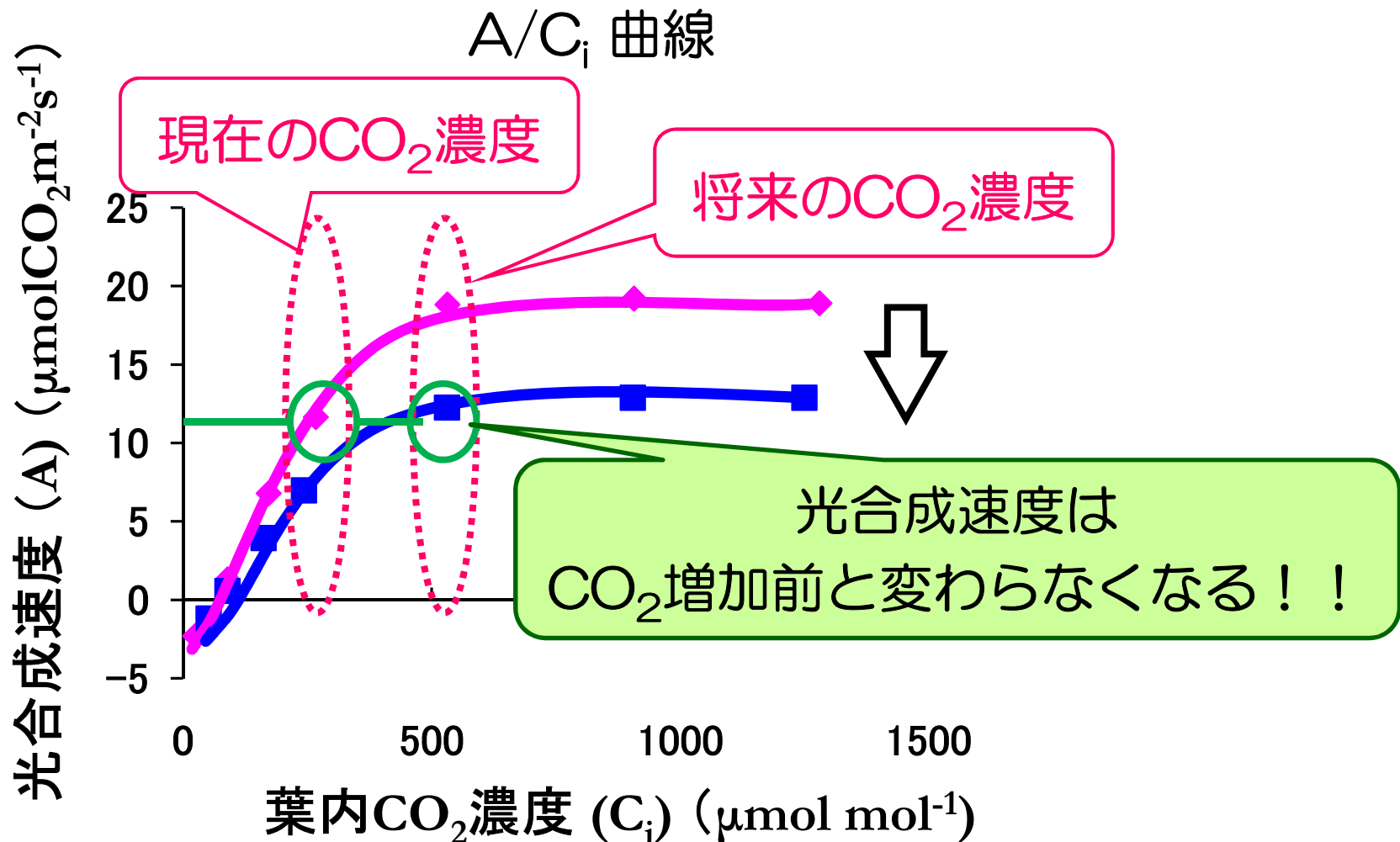
炭素固定能力の変化に関する研究



Eguchi et al. (2008) Trees より

光合成能力の低下

植物の多くは、長期間高CO₂環境下で生育すると、
光合成能力が低下する。（=down regulation）



光合成能力の低下の原因1

CO₂濃度が上昇することで

窒素は光合成と
正の相関関係！

- ・ 葉量が増えて葉内の窒素が希釈される。
- ・ 光合成に必要な酵素（Rubisco）が相対的に少なくなる。

原因1

葉の生化学的な機能の低下



光合成能力の低下の原因2

CO₂濃度が上昇することで

光合成産物の生産と消費のバランスが崩れ、
葉緑体内に光合成産物（デンプンなど）が
過剰蓄積される。

原因2

葉緑体内でのCO₂拡散の低下



高CO₂研究の難点



光合成低下の有無や程度、その原因は
土壌栄養条件や種によって大きく異なる。

土壌栄養条件

高CO₂環境下では葉内窒素量が相対的に低下する。
→ 特に貧栄養条件では光合成低下が起きやすい。

種

種によって光合成低下が起きたり起きなかったり。
→ 種間を通して一貫した知見は得られていない。

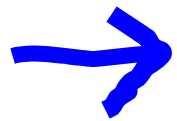
様々な土壌条件、数多くの種で調べていくことが必要

研究対象種

カバノキ科樹木 3 種に着目

(ケヤマハンノキ、シラカンバ、ウダイカンバ)

- ・ 北海道に広く生育する。
- ・ 遷移初期種で成長が速いため、
CO₂固定に有用な種。



高CO₂環境で果たす役割は大きく、
その生理生態的な特徴の解明が望まれる！

研究目的



高CO₂環境下でのカバノキ科樹木3種の
光合成特性を明らかにし、将来環境下での
CO₂固定を予測・評価するための基礎的な知見を得る。

測定項目

(CO₂処理2年目の2004年8月に測定)

1. 十分に展開した林冠上部の葉の **A/Ci曲線を作製** し、
光合成能力が低下したかどうか判断した。
2. A/Ci 曲線の作製後、測定葉を採取し、
低下の原因と考えられている以下の項目を測定した。

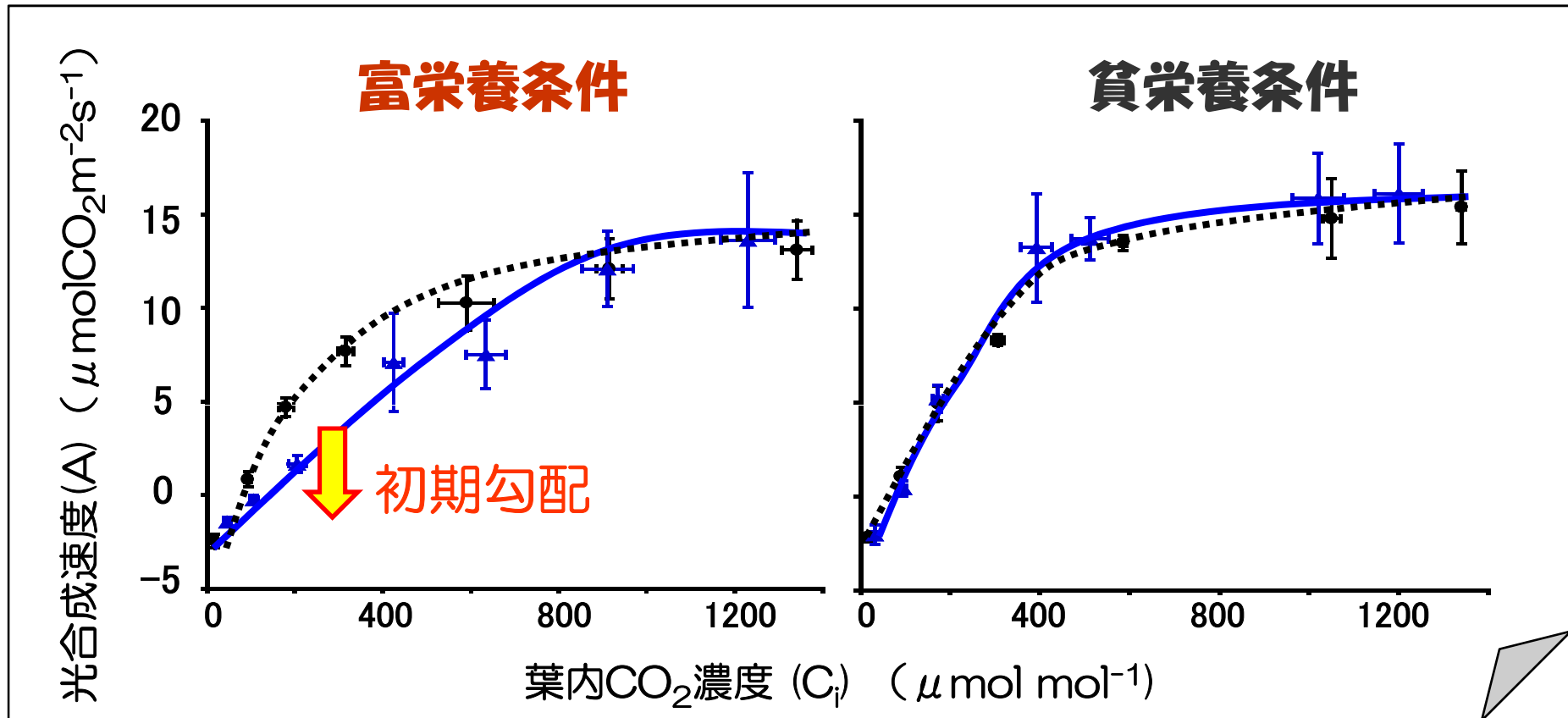
葉内窒素量

葉内Rubisco
(炭素固定酵素) 量

葉内デンプン量

★ A/Ci曲線 ケヤマハンノキ

● 対照区 ▲ 高CO₂区
n=3 →: 統計的に有意な反応



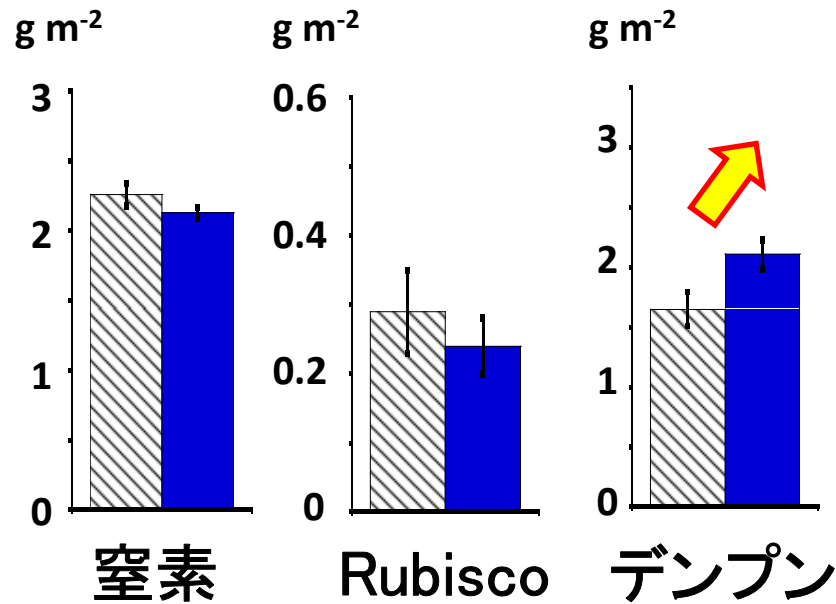
富栄養条件：初期勾配が低下（能力低下した）。

貧栄養条件：曲線は変わらず（能力低下しなかった）。

変化の原因 ケヤマハンノキ

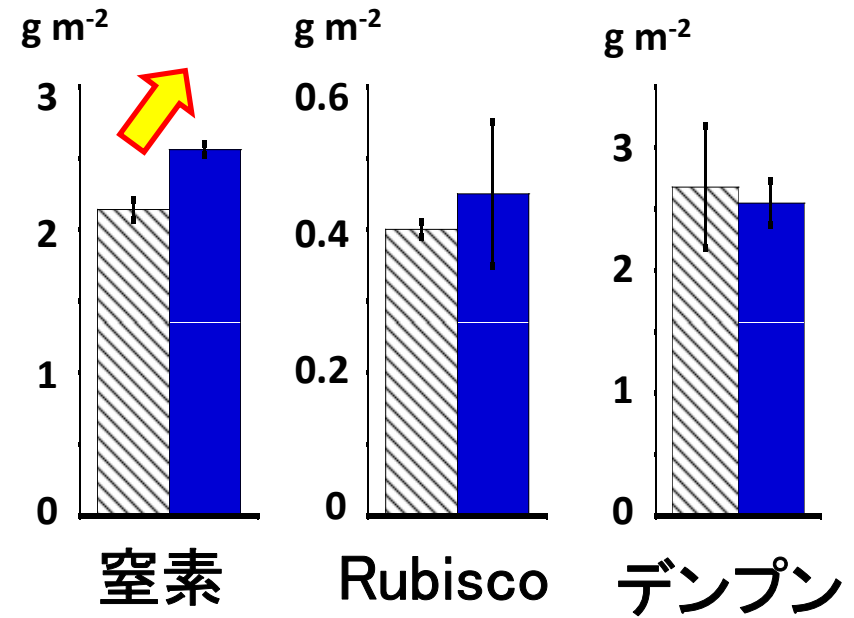
対照区 高CO₂区
 n=3 ➡: 統計的に有意な反応

光合成能力の低下した 富栄養条件



葉内デンプン量が増加。

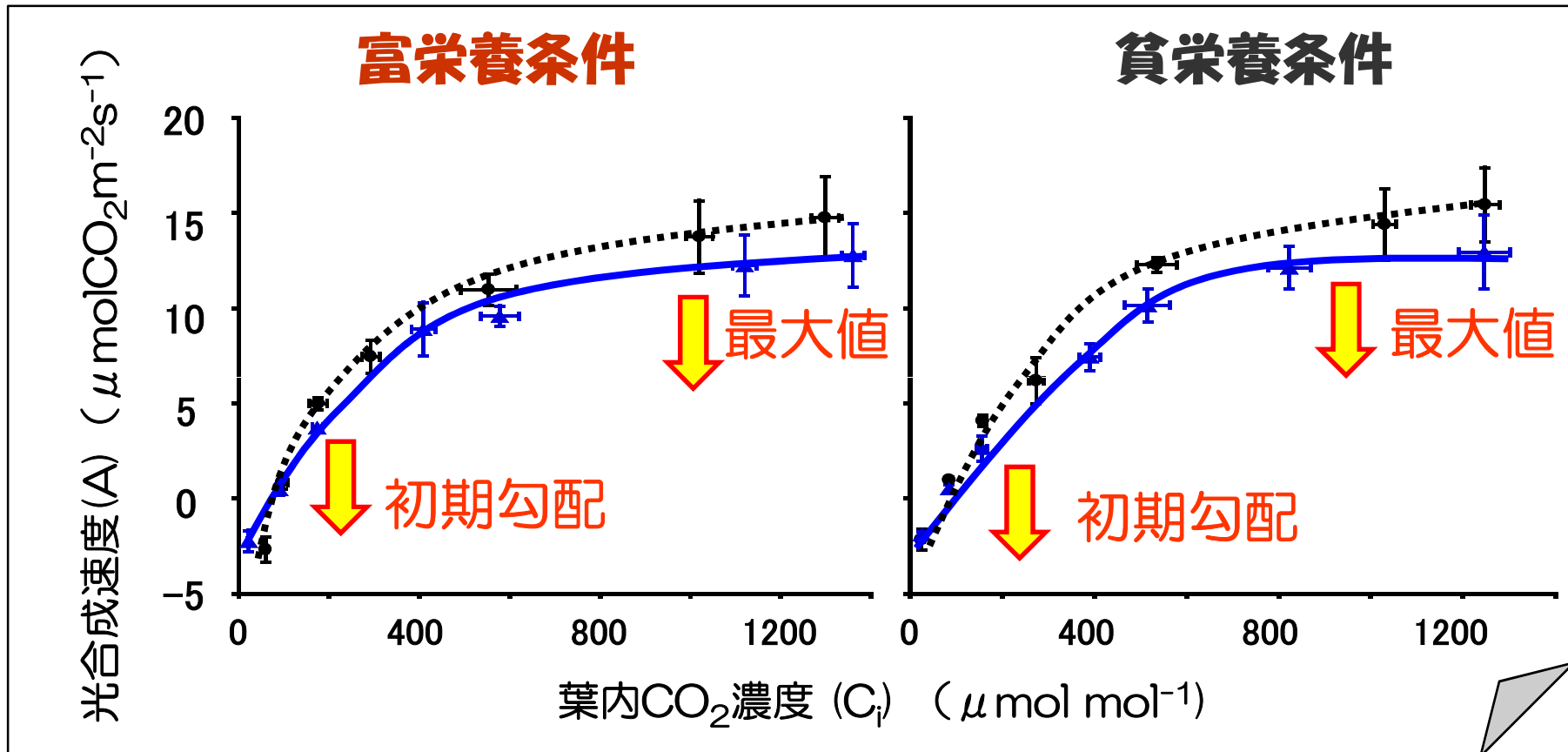
光合成能力の低下しなかった 貧栄養条件



能力低下の要因が認められなかった。

★ A/Ci曲線 シラカンバ

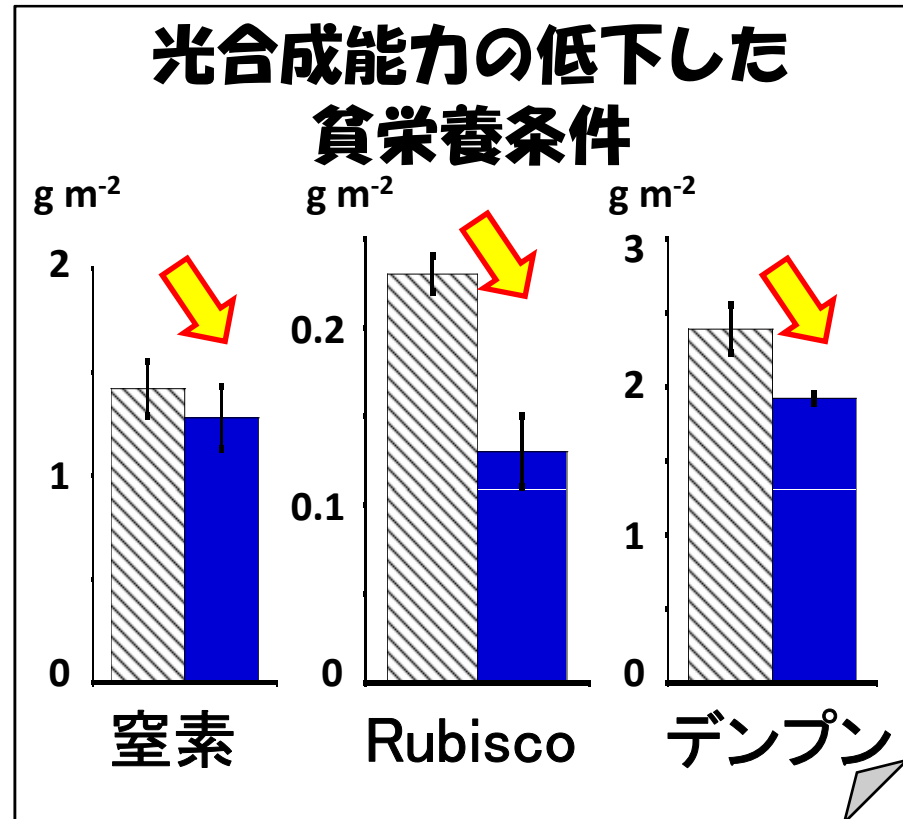
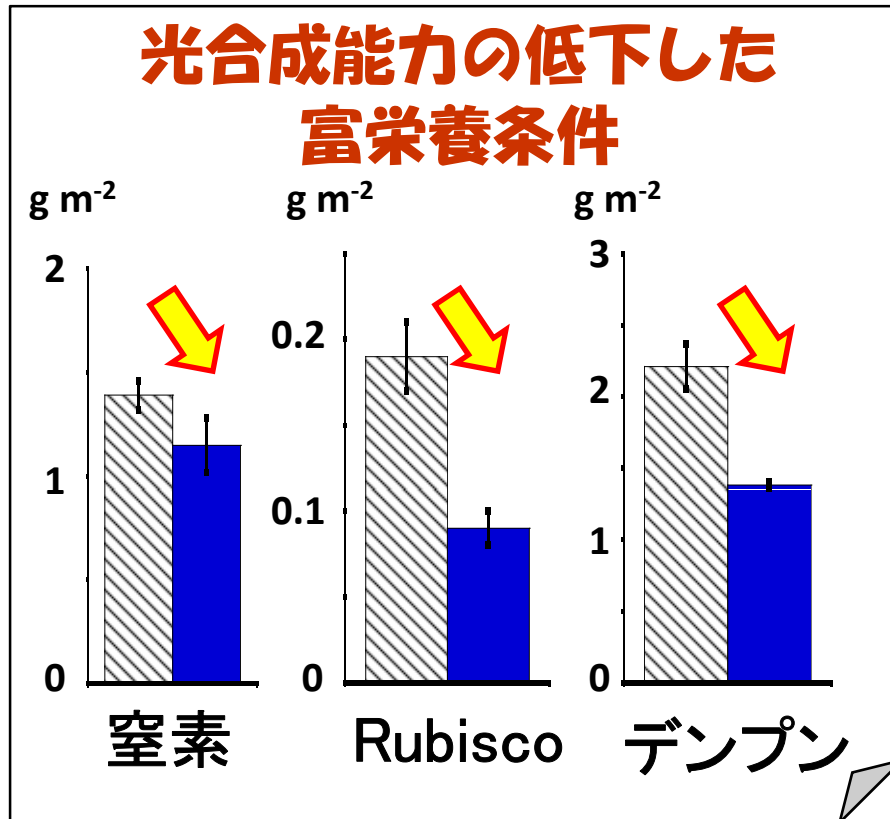
● 対照区 ▲ 高CO₂区
n=3 →: 統計的に有意な反応



富栄養条件、貧栄養条件ともに能力低下。

変化の原因 シラカンバ

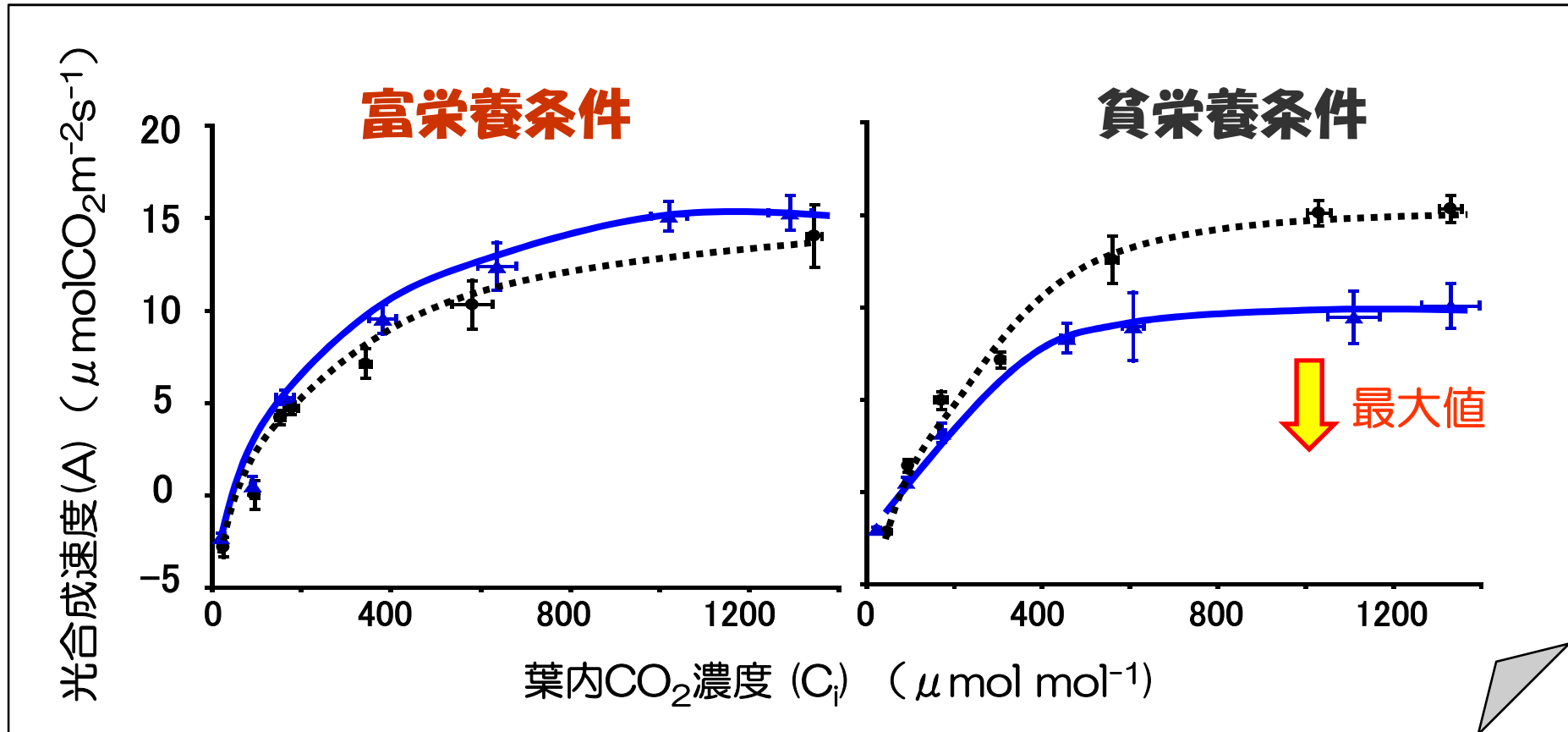
対照区 高CO₂区
 n=3 ➡: 統計的に有意な反応



・ 窒素、Rubisco 量が低下。

★ A/Ci曲線 ウダイカンバ

● 対照区 ▲ 高CO₂区
n=3 →: 統計的に有意な反応

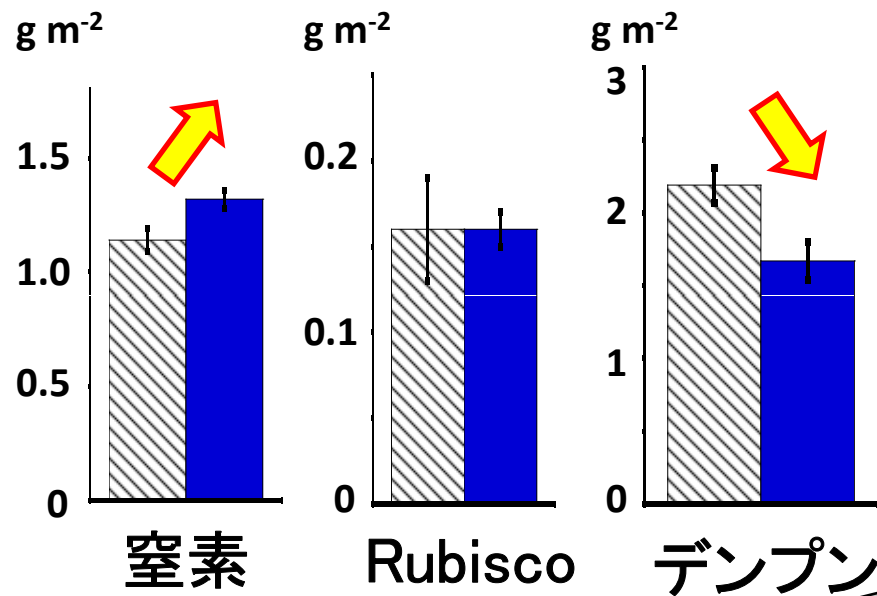


富栄養条件：能力低下は起きず、むしろ増加傾向。
貧栄養条件：著しい能力低下が起こった。

変化の原因 ウダイカンバ

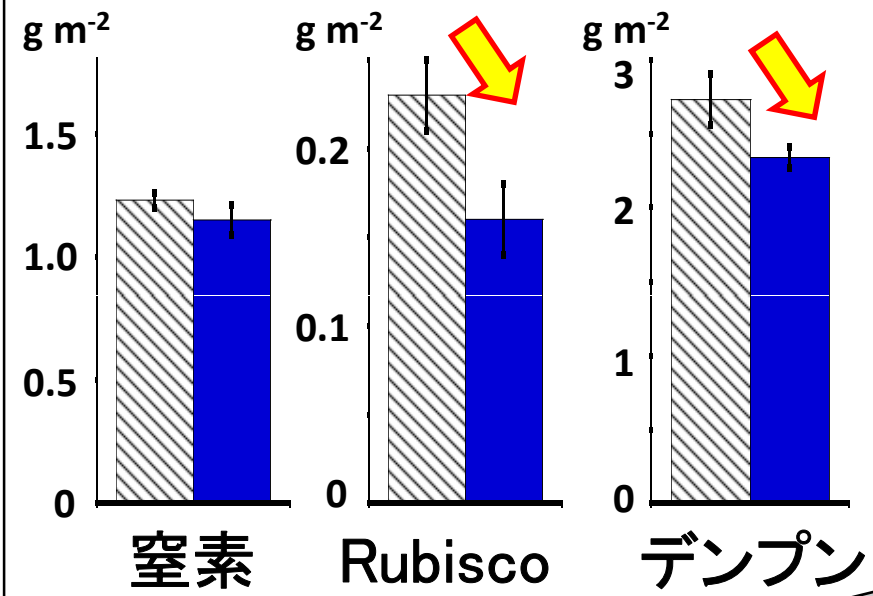
対照区 高CO₂区
 n=3 ➡: 統計的に有意な反応

光合成能力の低下しなかった 富栄養条件



能力低下の要因が認められなかった。

光合成能力の低下した 貧栄養条件



Rubisco量が低下。

光合成応答のまとめ 1

1. 高CO₂処理によって光合成能力の低下は起こる？

- ➡ ・ケヤマハンノキ → 富栄養条件で低下
貧栄養条件では低下せず
- ・シラカンバ → 両土壌で低下
- ・ウダイカンバ → 富栄養条件では低下せず
貧栄養条件で低下

すべての種で光合成能力の低下は認められた！

光合成応答のまとめ 2

2. 光合成低下の原因は？

- ・ケヤマハンノキ → デンプンの蓄積
(窒素固定種) (葉緑体内のCO₂拡散の低下)
- ・シラカンバ → 窒素、Rubiscoの低下
・ウダイカンバ → Rubiscoの低下
(非窒素固定種) (生化学的な機能の低下)

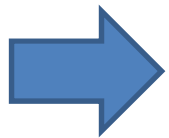
「窒素固定菌の有無」で高CO₂環境への
応答が異なる??

窒素固定種（ケヤマハンノキ）の応答

興味深い点 貧栄養条件で光合成低下しなかった！

<どうして??>

- ・ 窒素固定菌は光合成産物を多く消費する
(Tissue et al 1997など)
- ・ 窒素固定菌は貧栄養条件で活動が活発になる
(Tobita et al. 2005など)



貧栄養条件で光合成低下の起らなかった原因は…

貧栄養条件で窒素固定菌の活性が高まり、
高CO₂環境下でも光合成産物の消費が顕著だったため。

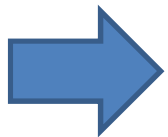
非窒素固定種（シラカンバ・ウダイカンバ）の応答

興味深い点

主に貧栄養条件で光合成低下！

<どうして??>

- ・ 一般に、高CO₂環境下では葉の窒素量が低下する
(Körner 2000など)
- ・ 光合成低下が認められた条件では、
Rubisco/Nの割合が低下 していた (data not shown)



貧栄養条件で光合成低下の起りやすかった原因は…

高CO₂×貧栄養条件では窒素が不足しがちになるので、光合成系に分配する窒素量を抑制したため。

結論

● 高CO₂環境下でのカバノキ科樹木の光合成応答

1. 窒素固定種と非窒素固定種で、光合成低下の起こる条件やその原因が異なる。
2. 貧栄養条件下では、将来CO₂固定に関して、窒素固定種の果たす役割が大きくなる可能性がある。

