

群落

$$\lambda E = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho c_p g_H (e_{sat}(T_a) - e_a)}{\Delta + (1 + g_H/g_s)\gamma}$$

g_s 以外、気象観測により全て既知

と言ったけど、 λE ってどうやって測る？

1

2

$$E = J_s \frac{A_{S_stand}}{A_G}$$

林分平均樹液流速 J_s と林分総辺材面積 A_{S_stand} の推定が必要

- ✓ J_s : 限られた本数の木で計測された樹液流速の平均を利用する
- ✓ A_{S_stand} : 限られた本数の木で得られたDBH-辺材面積関係を利用して毎木DBHデータにより推定する

3

適正な A_{S_stand} を推定するためには？

4

適正な J_S を推定するためには？



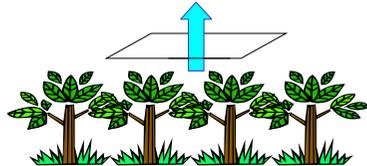
5



6

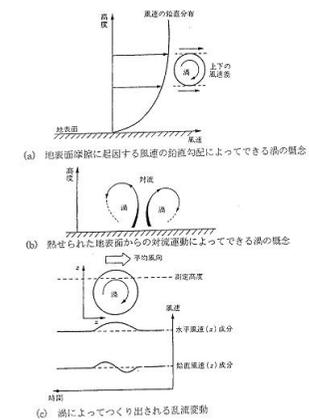


$$F_C \text{ (}\mu\text{molCO}_2\text{/m}^2\text{s)}$$

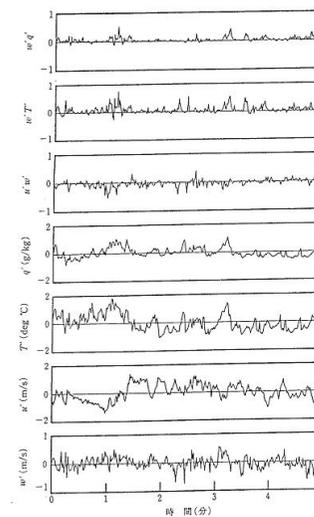


植物群落と大気との間でやり取りされる二酸化炭素交換速度 (F_C)。 F_C は単位面積・単位時間当たりの CO_2 移動量で表現されている。

7

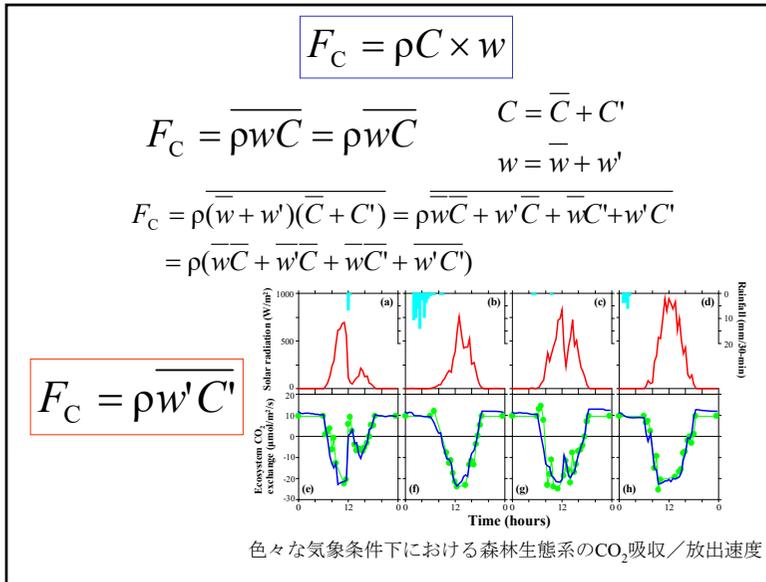


渦と乱流 (気象利用研究会, 1998)

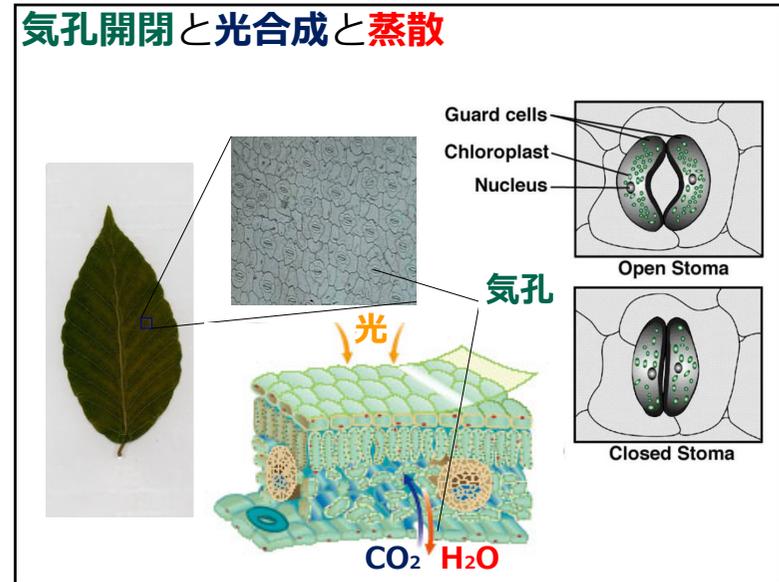


地表面付近で観測された乱流変動の例 (気象利用研究会, 1998)

8



9



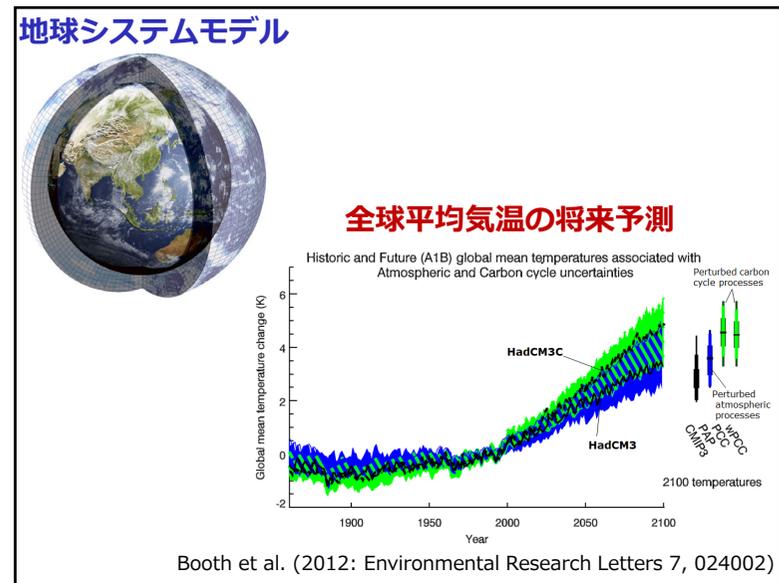
10

気孔開閉と光合成と蒸散と樹液流と根吸水

- 蒸散**
 - 気孔開閉
 - 水ポテンシャル
 - 光合成
- 樹液流**
 - 木部通導性
 - 樹高成長
 - エンボリズム発生
- 根吸水**
 - 根量増減
 - 根通導性
 - 土壤水分移動

In: The Free Learning Channel
http://www.freelearningchannel.com/Content/Materials/Sciences/Biology/textbooks/OpenStax_College_Biology/html/ch30.html#m44708

11



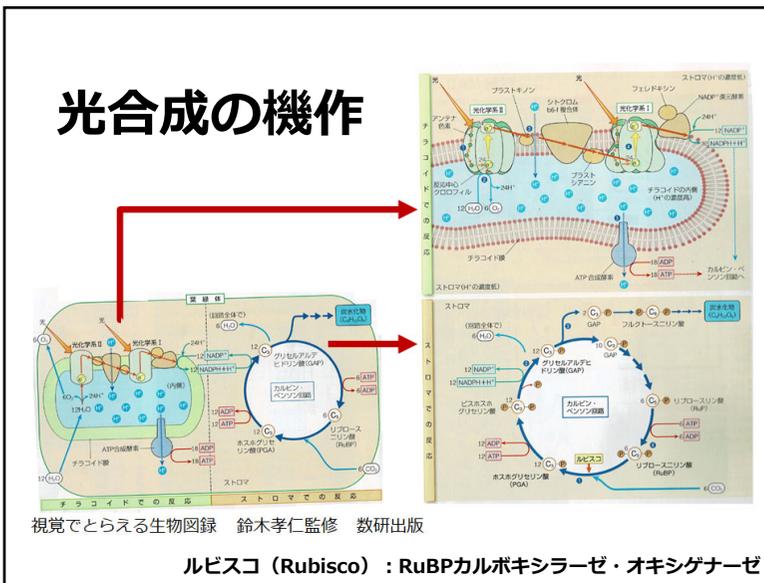
12



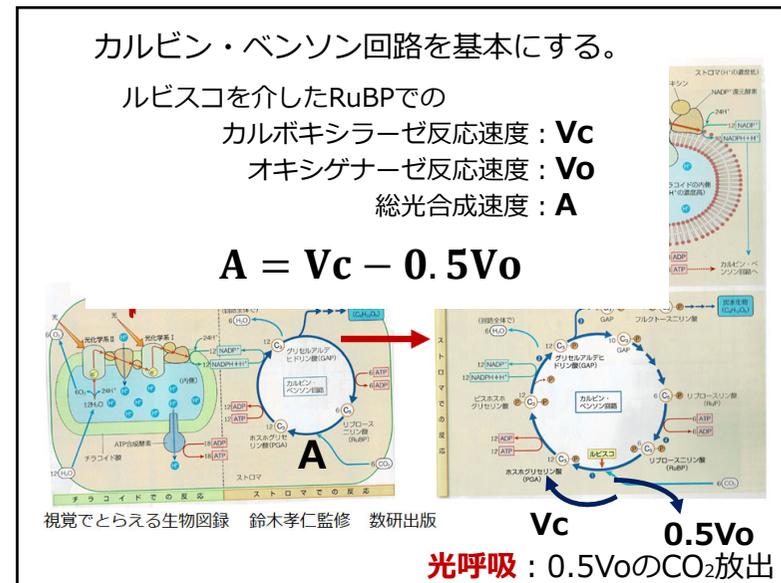
13



14



15



16

$A = V_c - 0.5V_o$

RuBPにおける競争阻害式

$$V_c = V_{cmax} \frac{C}{C + K_c(1 + O/K_o)}$$

$$V_o = V_{omax} \frac{O}{O + K_o(1 + C/K_c)}$$

$V_c = 0.5V_o$ となる CO_2 濃度 Γ^* を利用

$$\phi = \frac{V_o}{V_c} = \frac{V_{omax}K_cO}{V_{cmax}K_oC} = \frac{2\Gamma^*}{C}$$

すると

$$A = V_c(1 - 0.5\phi) = V_c \left(1 - \frac{\Gamma^*}{C}\right)$$

17

2つの場合を考える。

RuBPの再生が十分な場合： **A_v**

RuBPの再生が不十分な場合： **A_j**

$A = \min(A_v, A_j)$

RuBP再生 不十分

RuBP再生

視覚でとらえる生物図録 鈴木孝仁監修 数研出版

18

RuBPの再生が十分な場合： A_v

$$V_c = V_{cmax} \frac{C}{C + K_c(1 + O/K_o)}$$

$$A_v = V_c \left(1 - \frac{\Gamma^*}{C}\right)$$

$$= V_{cmax} \frac{C - \Gamma^*}{C + K_c(1 + O/K_o)}$$

RuBP再生 不十分

RuBP再生

視覚でとらえる生物図録 鈴木孝仁監修 数研出版

19

RuBPの再生が不十分な場合： A_j

電子伝達速度： J

$$J = 4V_c + 4V_o$$

$(2V_c + 2V_o) NADPH$

$(4V_c + 4V_o) e^-$

RuBP再生 不十分

RuBP再生

$2V_c NADPH$

$1.5V_o NADPH$

$2V_c PGA$

$1.5V_o PGA$

V_o

V_c

O_2

CO_2

$0.5V_o NADPH$

視覚でとらえる生物図録 鈴木孝仁監修 数研出版

20

RuBPの再生が不十分な場合 : A_j

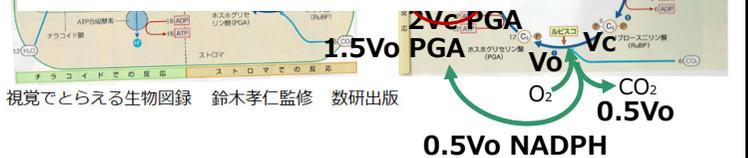
電子伝達速度 : J

$$J = 4V_c + 4V_o = V_c(4 + 4\phi)$$

$$= V_c \left(4 + \frac{8\Gamma^*}{C} \right)$$

$$A_j = V_c \left(1 - \frac{\Gamma^*}{C} \right)$$

$$= J \frac{C - \Gamma^*}{4C + 8\Gamma^*}$$



21

RuBPの再生が十分な場合 : A_v

RuBPの再生が不十分な場合 : A_j

$$A = \min(A_v, A_j)$$

$$A_v = V_{cmax} \frac{C - \Gamma^*}{C + K_c(1 + O/K_o)}$$

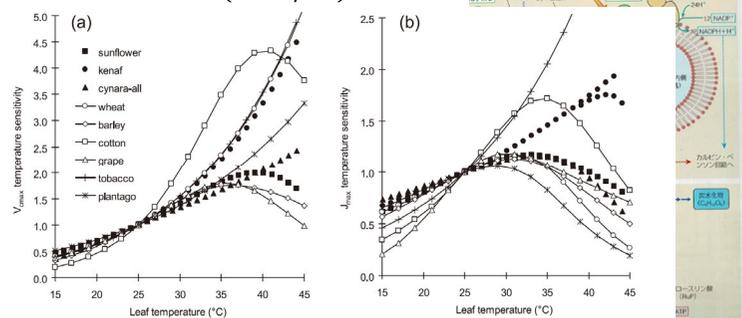
$$A_j = J \frac{C - \Gamma^*}{4C + 8\Gamma^*}$$



22

RuBPの再生が十分な場合 : A_v

$$A_v = V_{cmax} \frac{C - \Gamma^*}{C + K_c(1 + O/K_o)}$$

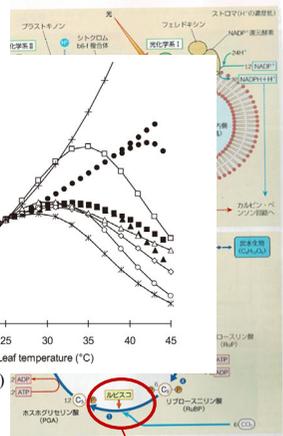


Archontoulis et al. (2012: Journal of Experimental Botany 63, 895)

$$V_{cmax} = V_{cmax25} f_v(T)$$

$$J_{max} = J_{max25} f_j(T)$$

V_{cmax25} はルビスコの能力

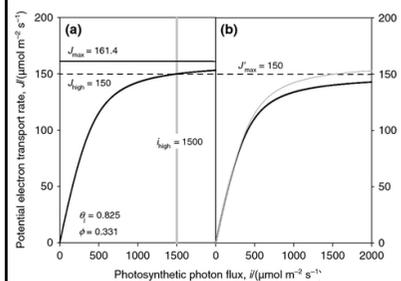


23

RuBPの再生が不十分な場合 : A_j

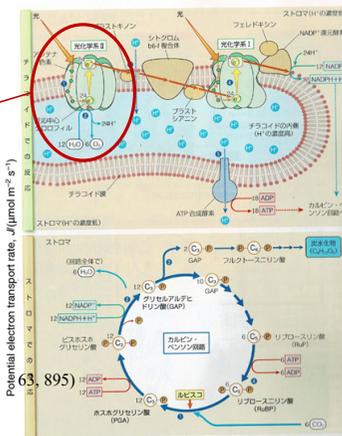
$$A_j = J \frac{C - \Gamma^*}{4C + 8\Gamma^*}$$

J_{max} は光飽和時の
最大電子伝達速度



Buckley & Diaz-Espejo (2015: New Phytologist 205, 14)

$$\theta J^2 - (\alpha Q + J_{max})J + \alpha Q J_{max} = 0$$



24

純光合成速度 : A_n

ミトコンドリア呼吸 : R_d ($R_d = R_{d25} f_r(T)$)

$$A_n = \min(A_v, A_j) - R_d$$

$$A_v = V_{cmax} \frac{C - \Gamma^*}{C + K_c(1 + O/K_o)}$$

$$A_j = J \frac{C - \Gamma^*}{4C + 8\Gamma^*}$$

パラメータ : V_{cmax25} (J_{max25} 、 R_{d25})

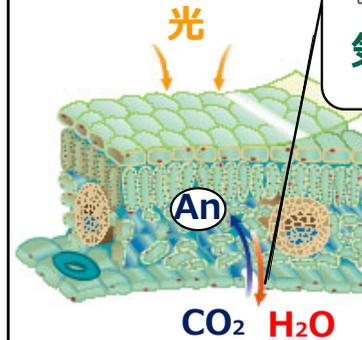
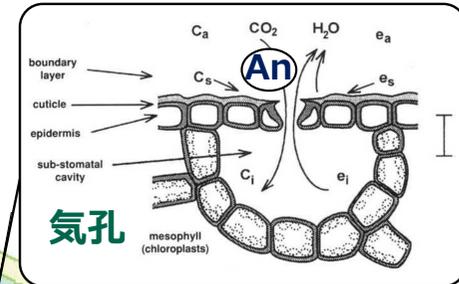
入力 (環境条件) : Q 、 C 、 T

25

気孔開閉と光合成と蒸散

純光合成速度 : A_n

$$A_n = g_s(C_s - C_i)$$



蒸散速度 : E
気孔コンダクタンス : g_s

$$E = \frac{g_s g_a}{(g_s + g_a) P} (e_{sat}(T) - e_a)$$

26

純光合成速度 : A_n $A_n = \min(A_v, A_j) - R_d$

気孔コンダクタンス : g_s

葉面CO₂濃度 : C_s

細胞間隙内CO₂濃度 : C_i

$$A_n = g_s(C_s - C_i)$$

$$\frac{C_i}{C_s} = \text{const.}$$

の発見 (Wong et al. (1979: Nature 282, 424))

Ball-Berryモデル (Ball et al. (1988: Progress in Photosynthetic Research))

$$\frac{C_i}{C_s} = 1 - \frac{e_{sat}(T)}{m e_a} = 1 - \frac{A_n}{g_s C_s}$$

$$g_s = m \frac{A_n R_H}{C_s} + g_0$$

27

純光合成速度 : A_n の解き方

連立四元方程式

$$\begin{cases} A_n = \min(A_v, A_j) - R_d \\ A_n = g_s(C_s - C) = g_a(C_a - C_s) \\ g_s = m \frac{A_n R_H}{C_s} + g_0 \end{cases}$$

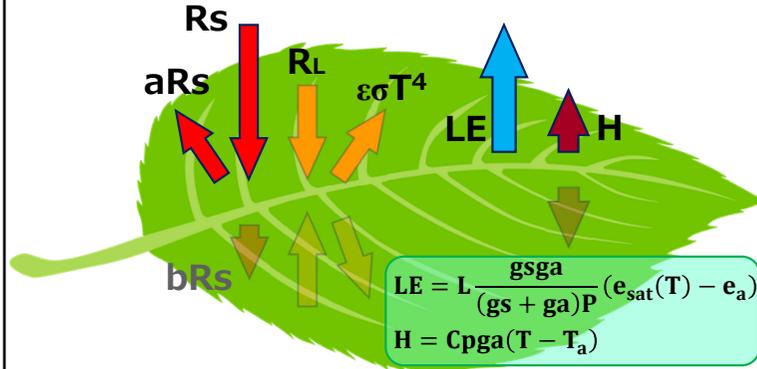
パラメータ : m 、 V_{cmax25}

未知数 : A_n 、 g_s 、 C 、 C_s

28

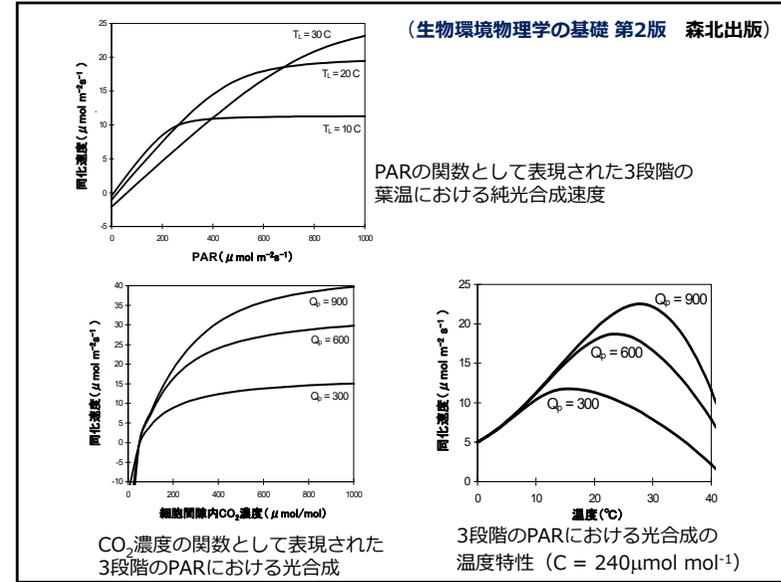
蒸散と葉面エネルギー収支

$$(1 - a - b)Rs + 2R_L - 2\varepsilon\sigma T^4 = LE + 2H$$



光合成有効放射 (PAR) : $Q = 0.5(1-a-b)Rs$

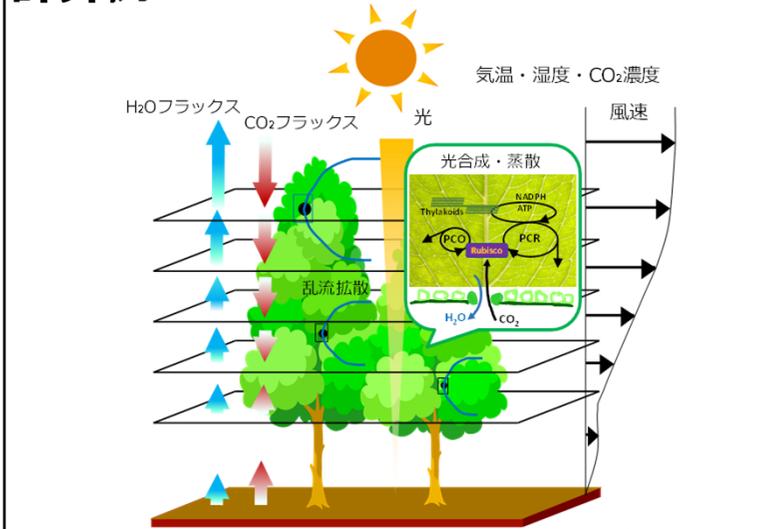
29



30

計算例

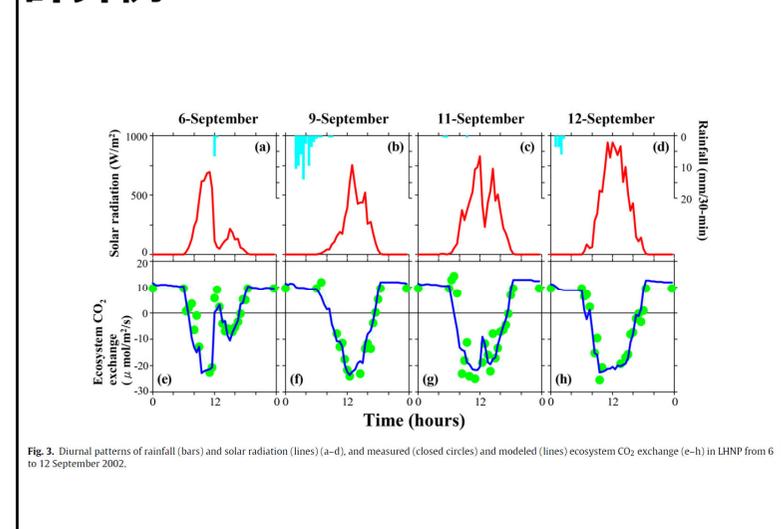
Kumagai & Kume (2012: Ecological Modelling 246, 91)



31

計算例

Kumagai & Kume (2012: Ecological Modelling 246, 91)



32