

アカマツ林からの蒸散量の 日内から十年スケールにおける変動要因

信州大学大学院 総合理工学研究科
理学専攻 理科学分野
物質循環学ユニット

18SS606E 鈴木拓海

はじめに

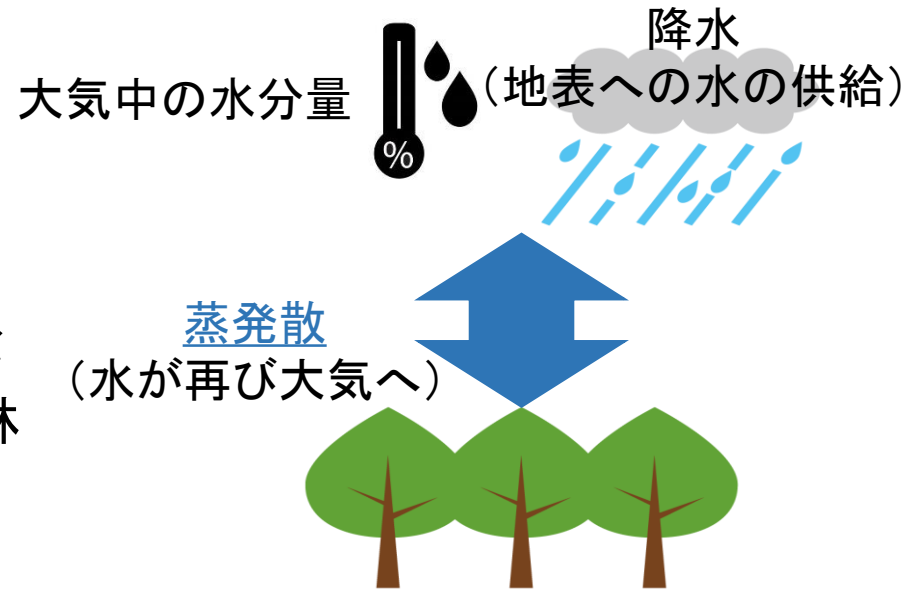
- 蒸発散は陸上の水循環を構成する主要な要素で降水量や湿度に影響する
(Trenberth et al. 2007, Jung et al. 2010)

- 陸地から放出される水蒸気の約57%が植物の蒸散起源であり、その多くが森林起源だとされている
(Wei et al. 2017, Oki and Kanae 2006)

- 温暖化等の気候変動に蒸散量が影響を受けると考えられており、それによって更なる地域的な降水量や湿度の変化も予想される (Goyal et al. 2004, Jung et al. 2010)

長期の時間スケールでの蒸散の変化のメカニズムを把握することが求められる

様々な環境変化が起こっている長期データを用いた解析を行うことが必要



目的

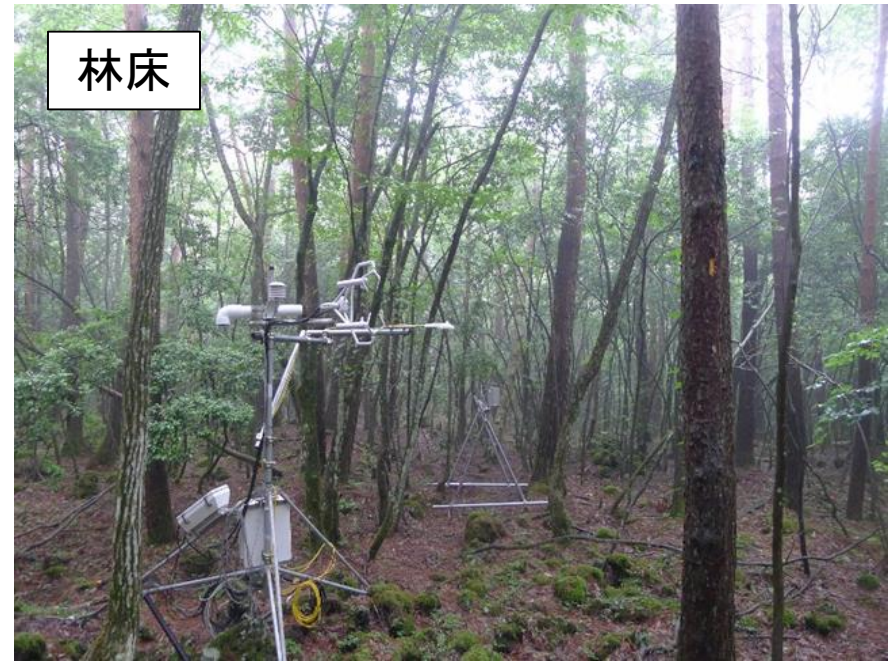
環境要因の変化に対するアカマツ林からの蒸散量の反応を、日内及び年変化スケールの解析から明らかにする

観測サイト

樹冠上(森林総合研究所)



林床



場所: 山梨県富士吉田市

森林の特性: アカマツが優占する冷温帯常緑針葉樹林

観測: 気象観測と渦相関法によるフラックスの測定

↳ 潜熱フラックス・気温・正味放射・湿度・土壌水分量

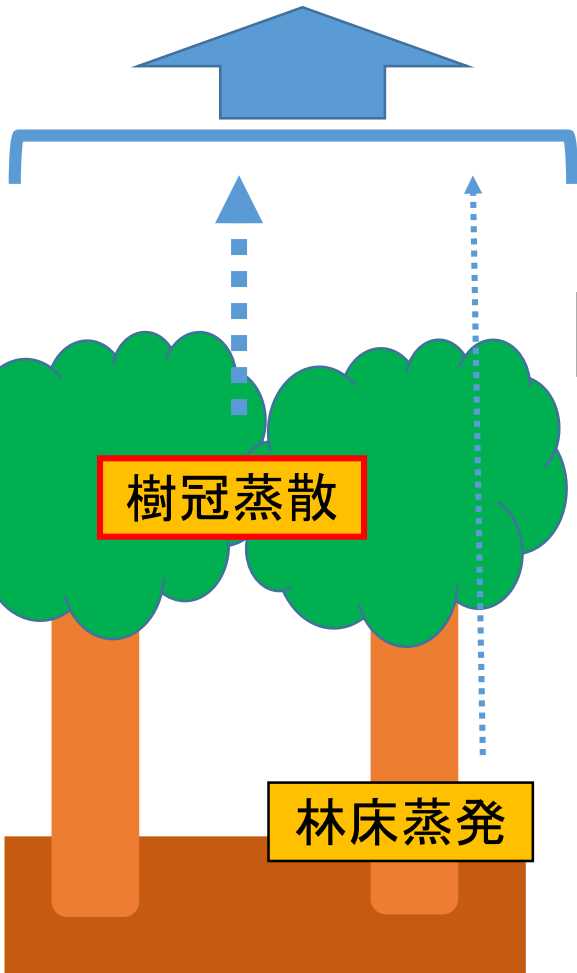
解析対象期間: 2005年1月～2017年12月

データの処理と解析

生態系蒸発散

樹冠蒸散

林床蒸発



データ処理

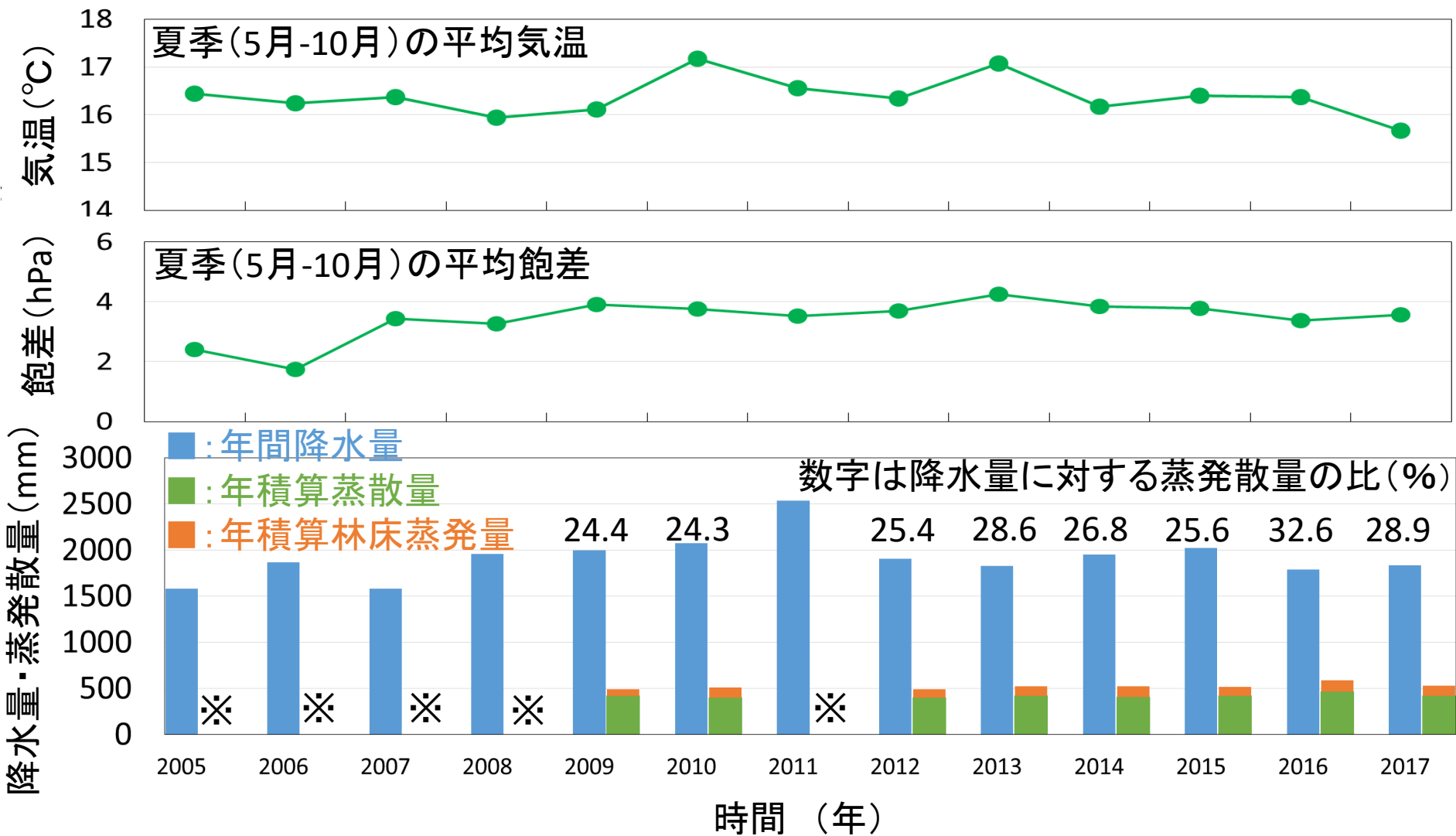
- ・樹冠蒸散量の算出
(全蒸発散量-林床蒸発量)
- ・気孔コンダクタンスの算出
(蒸散量と気象要因から推定)
- ・欠測データの補間(年積算蒸散量)

データ解析

- ・相関解析
蒸散vs $\left\{ \begin{array}{l} \text{物理的制御要因(飽差, 正味放射量)} \\ \text{生物的制御要因(気孔, 葉面積)} \end{array} \right.$
- ・蒸散のモデル化
(ペンマン・モンティース式+気孔モデル)
- ・摂動解析 (制御要因の寄与の評価)

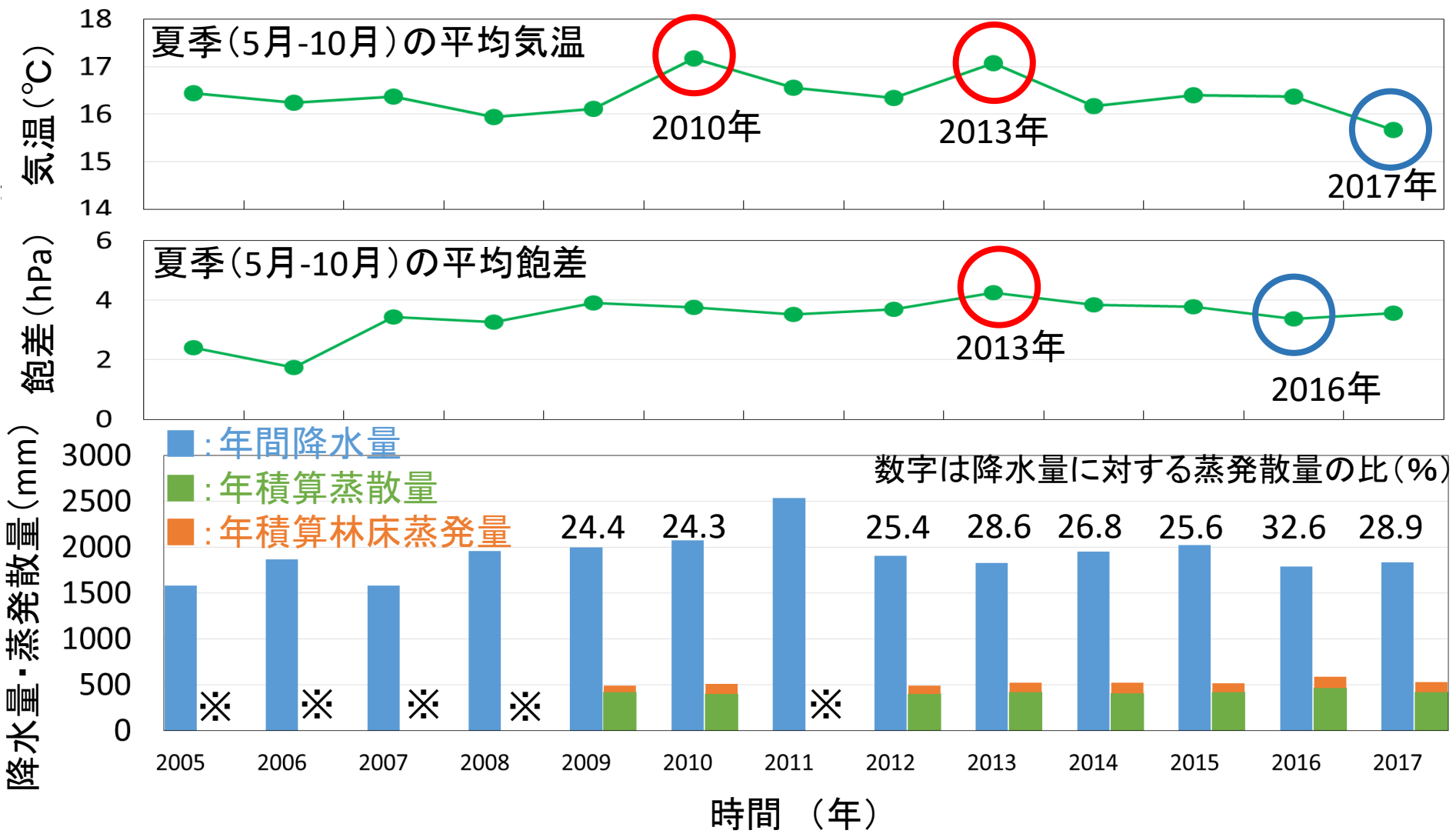
結果

気温及び飽差と蒸発散量の経年変化



※2005年-2008年, 2011年の積算蒸散量は気象データの長期欠測により計算不可

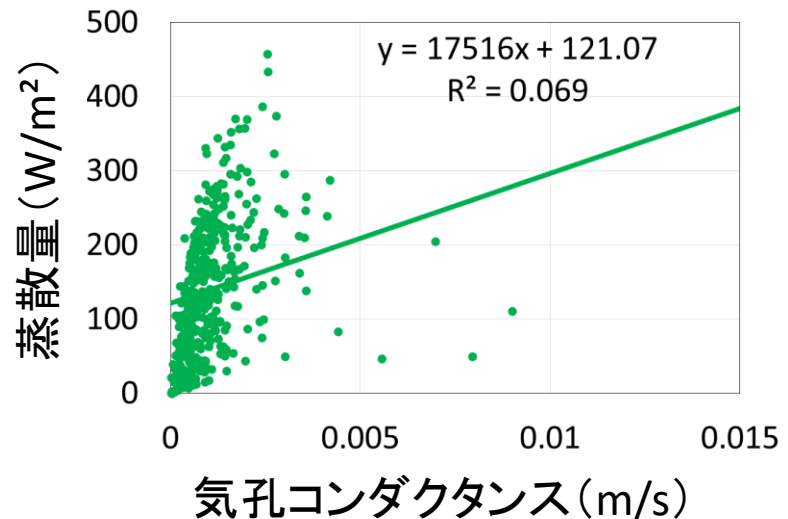
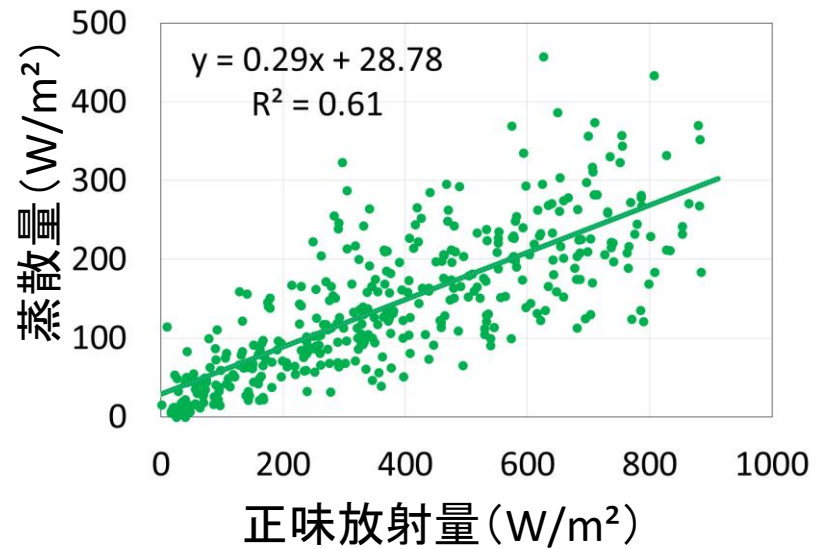
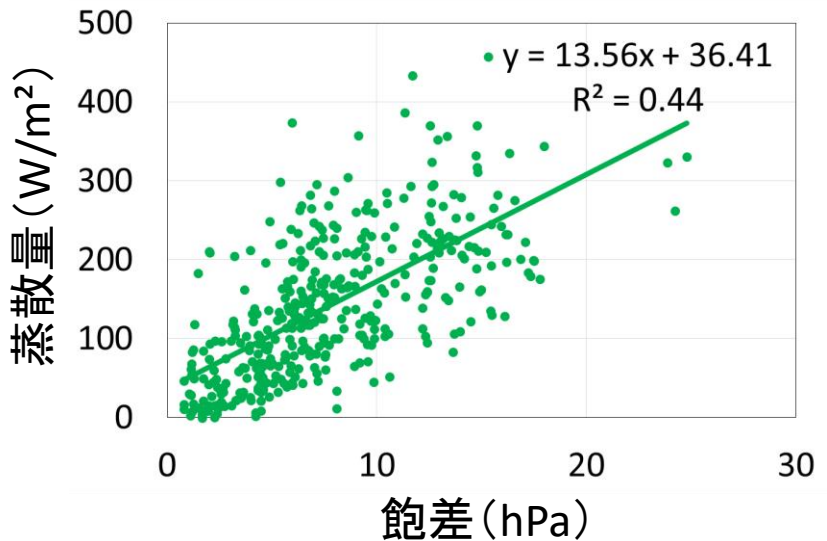
気温及び飽差と蒸発散量の経年変化



※2005年-2008年, 2011年の積算蒸散量は気象データの長期欠測により計算不可

蒸散量の日内変動の制御要因

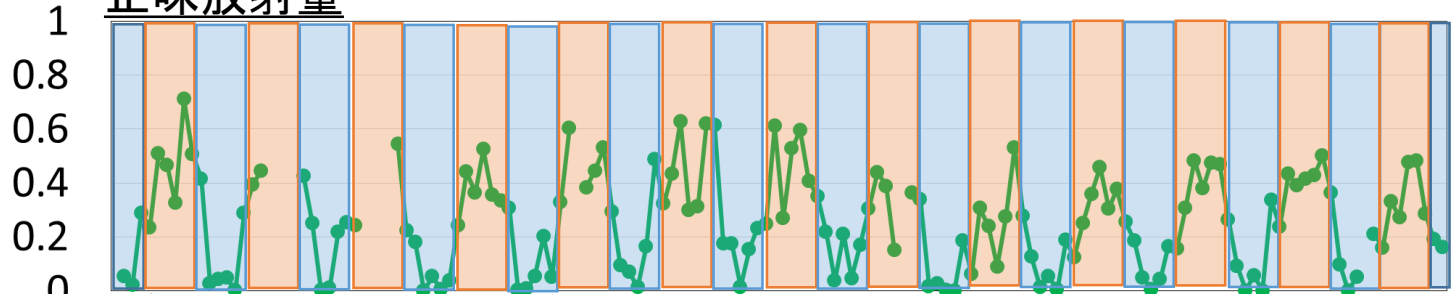
※2014年8月の日中のデータのみを使用



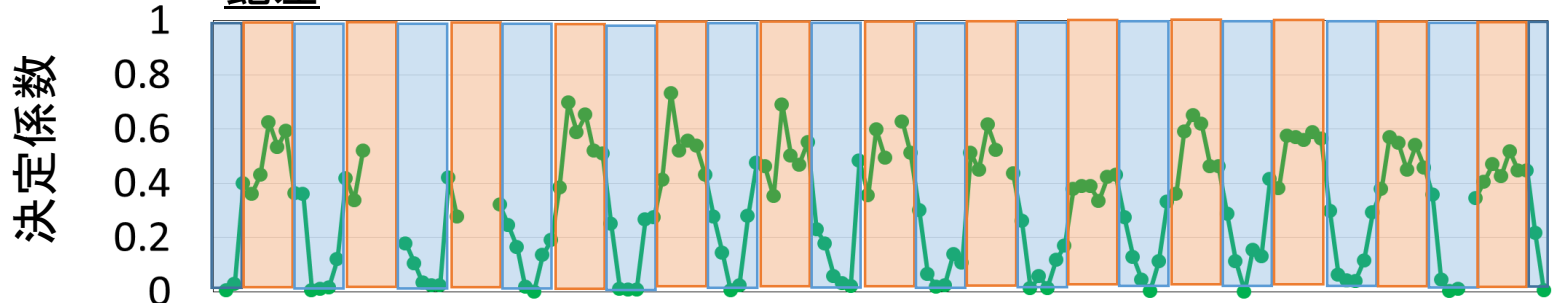
日内変動の制御要因

■ : 夏季
■ : 冬季

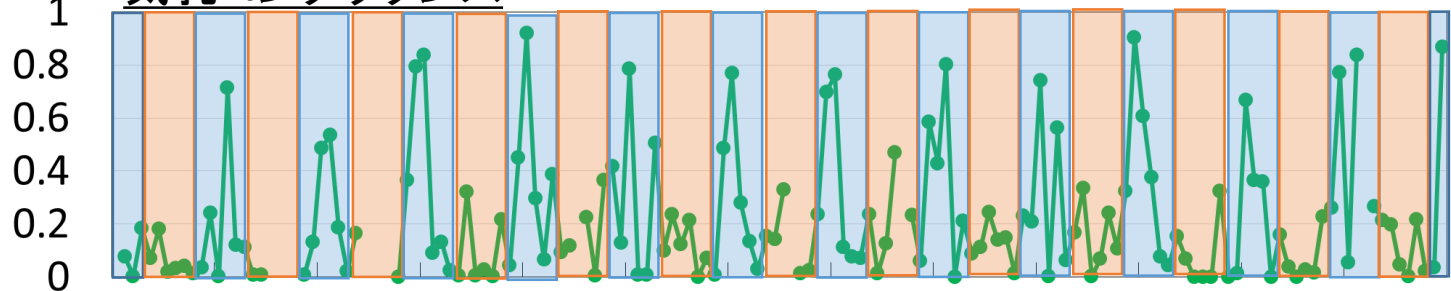
正味放射量



飽差



気孔コンダクタンス

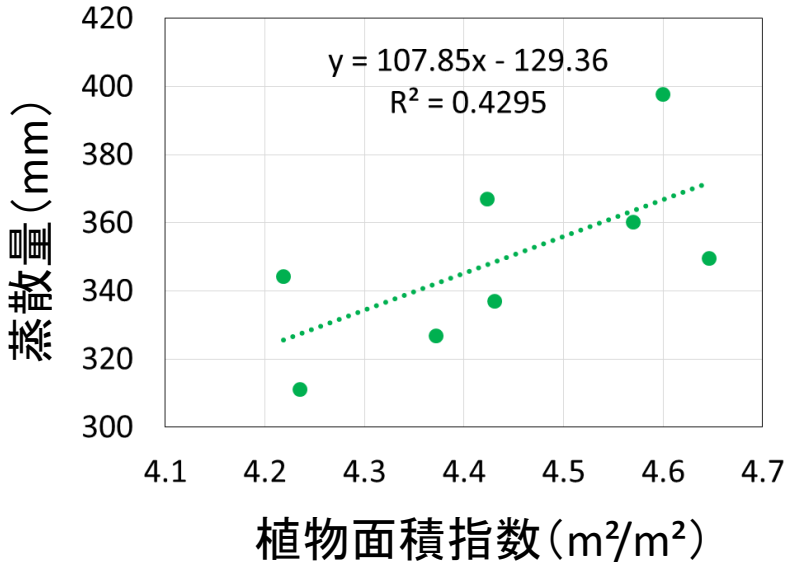
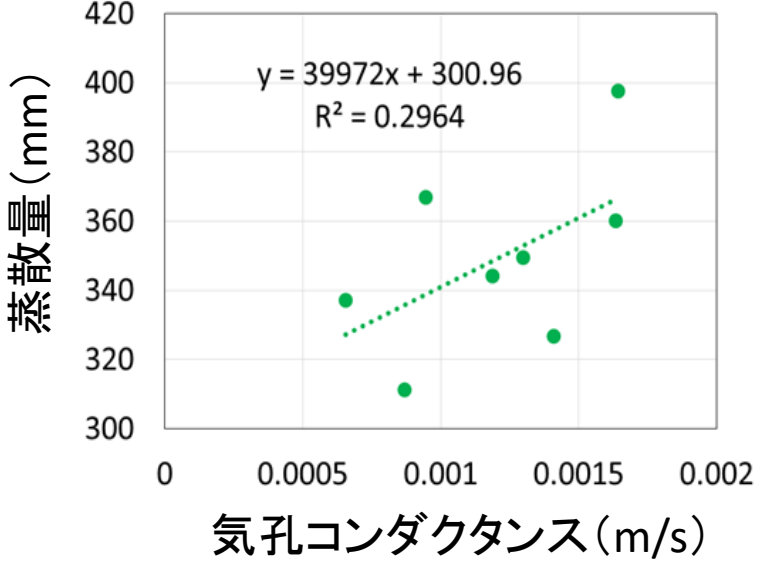
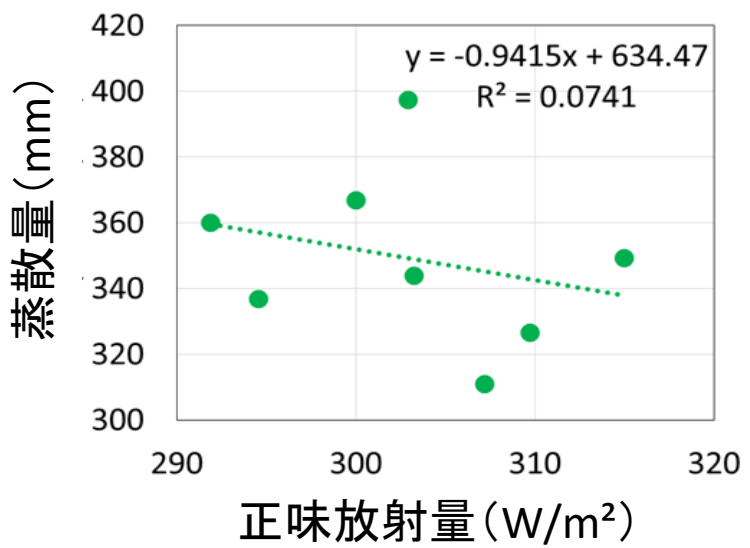
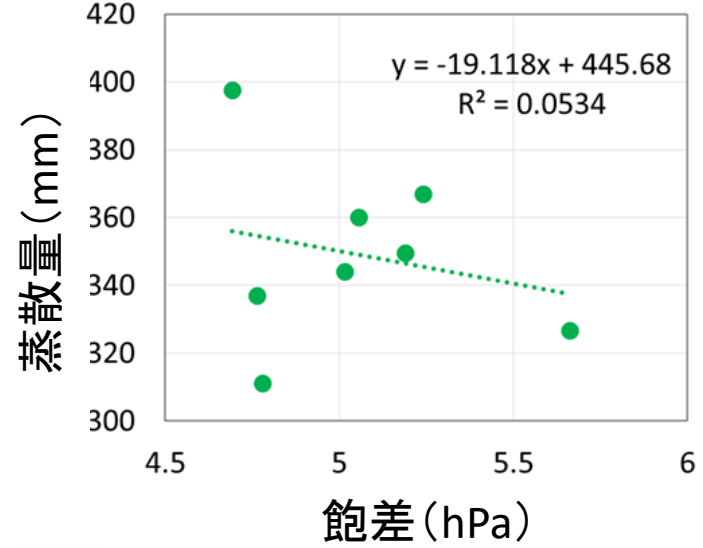


2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017

夏：気孔が良く開いているため飽差や正味放射量の影響大
冬：気孔が閉じていることが多くなるため飽差や正味放射量の影響小

蒸散量の経年変化の制御要因

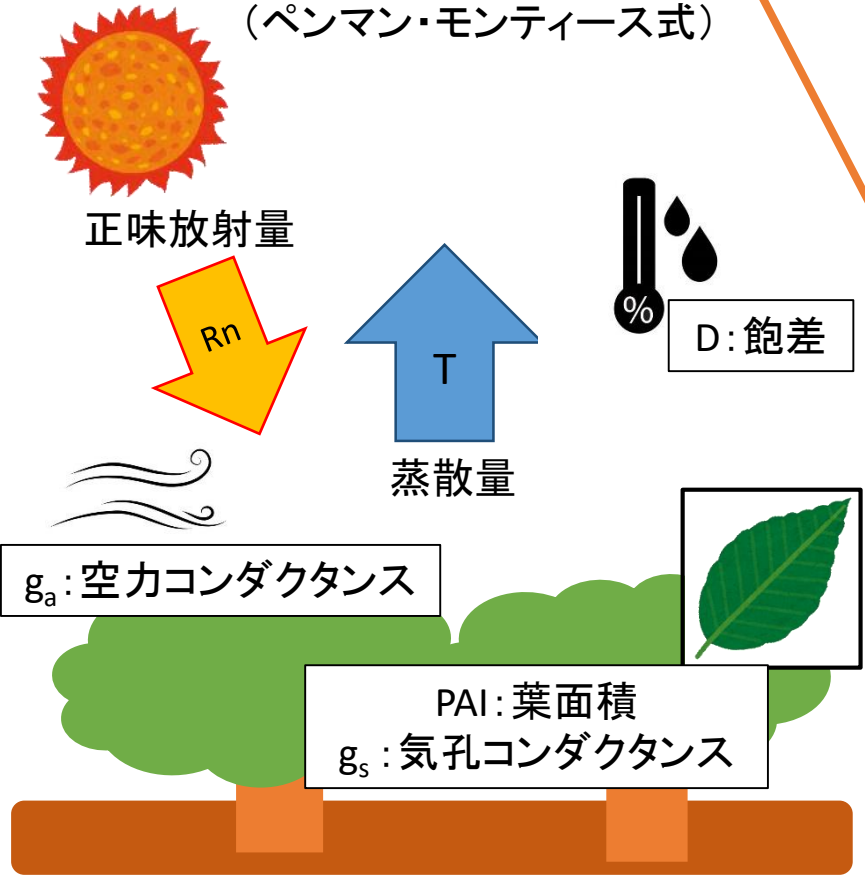
※日中のデータのみを使用



蒸散のモデル化

$$T = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho C_p g_a D}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{g_a}{PAI \cdot g_s} \right)}$$

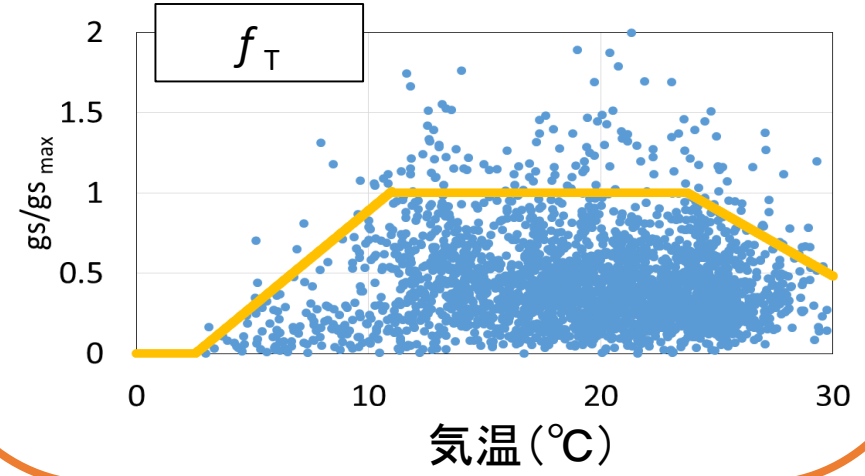
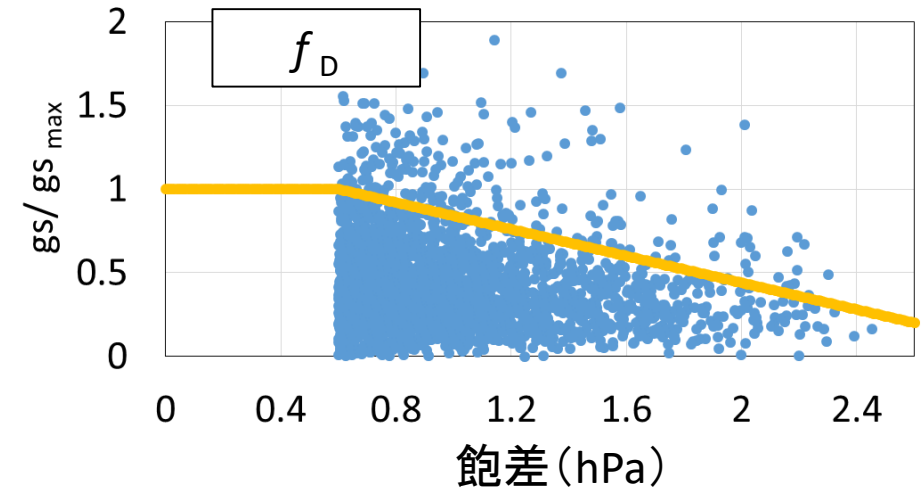
(ペンマン・モンティース式)



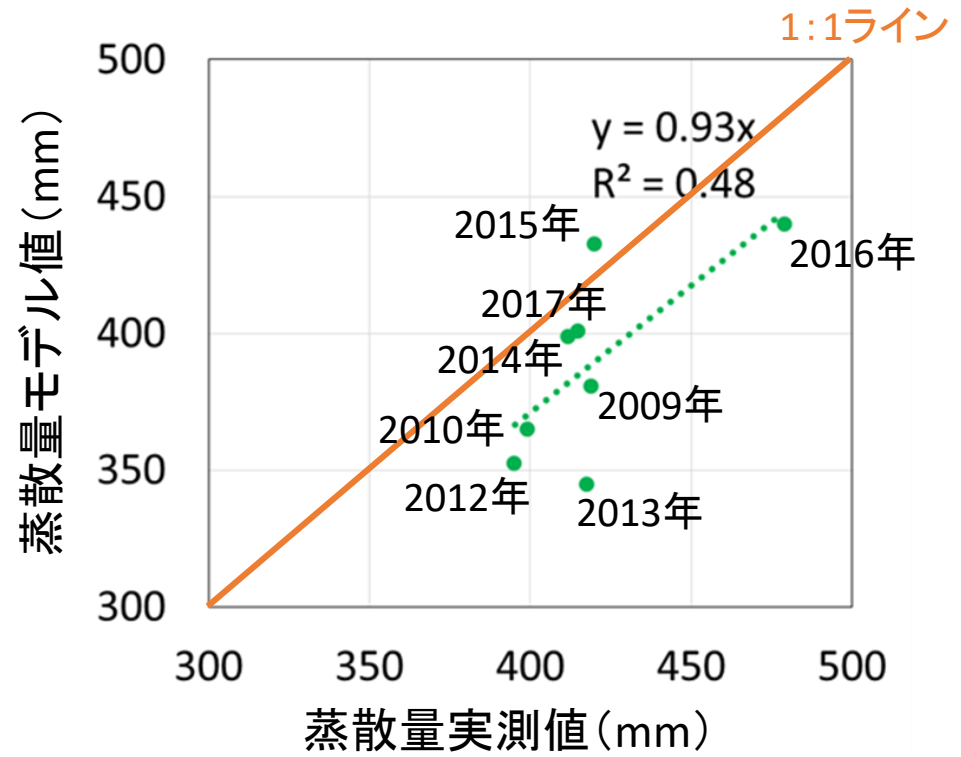
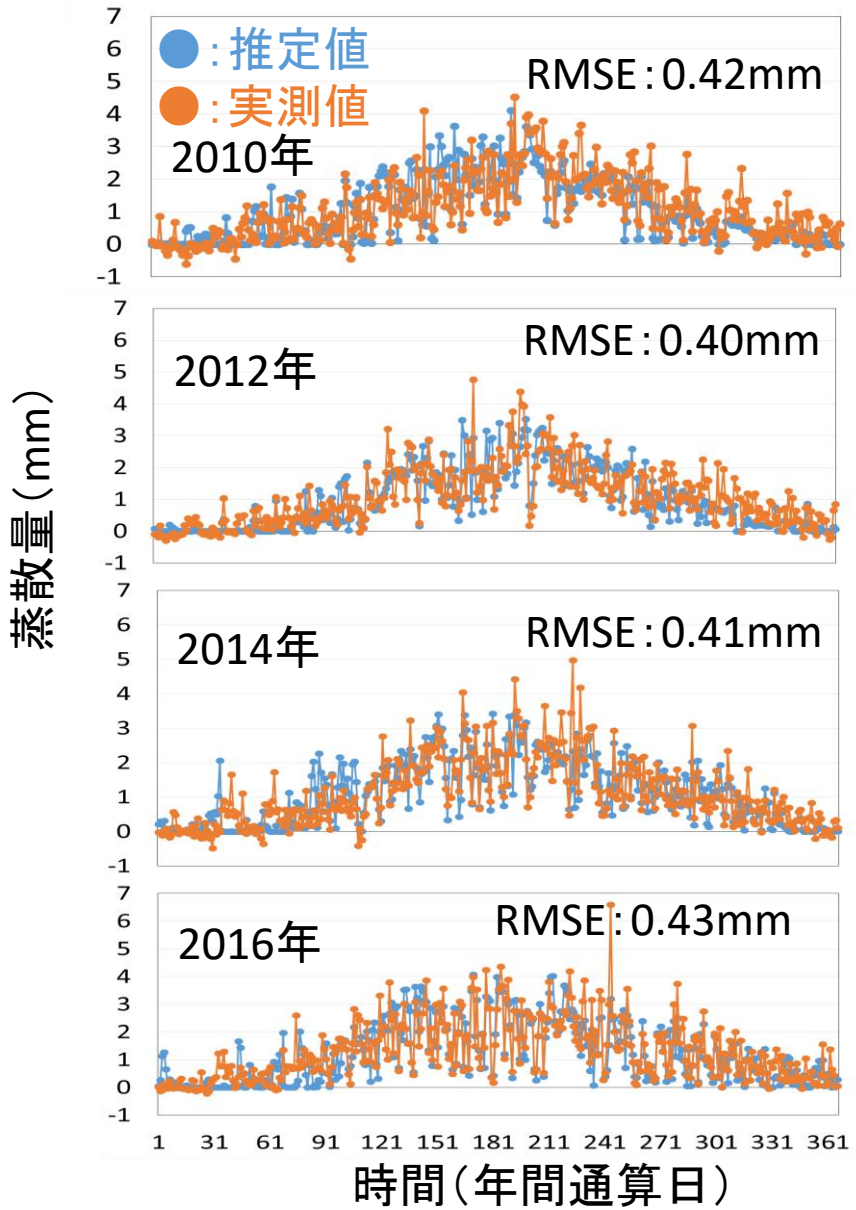
気孔コンダクタンス推定モデル

$$g_s = g_{s \max} \cdot f_{light} \cdot f_T \cdot f_D \cdot f_{VWC}$$

● : 実測値 ● : 制限関数



蒸散量のモデル化



季節変化は良く表せており経年変化も
ある程度表すことができていると考えた

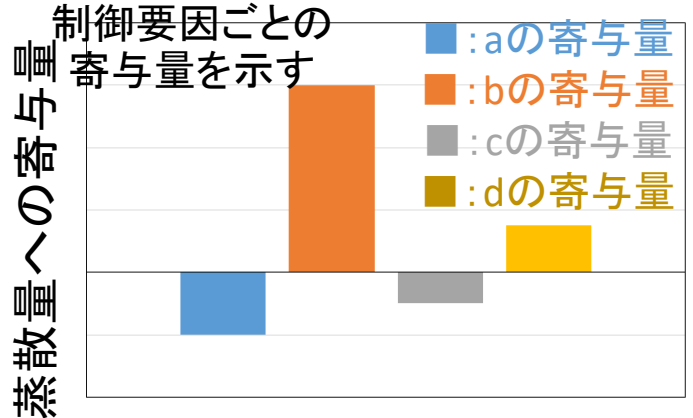
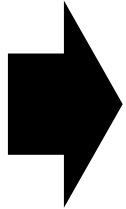
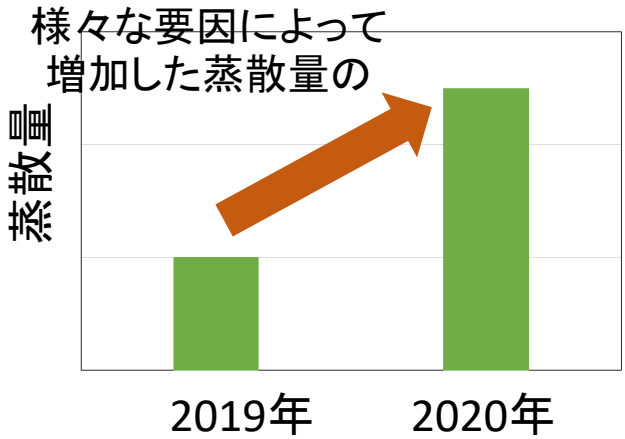
摂動解析

摂動解析とは...

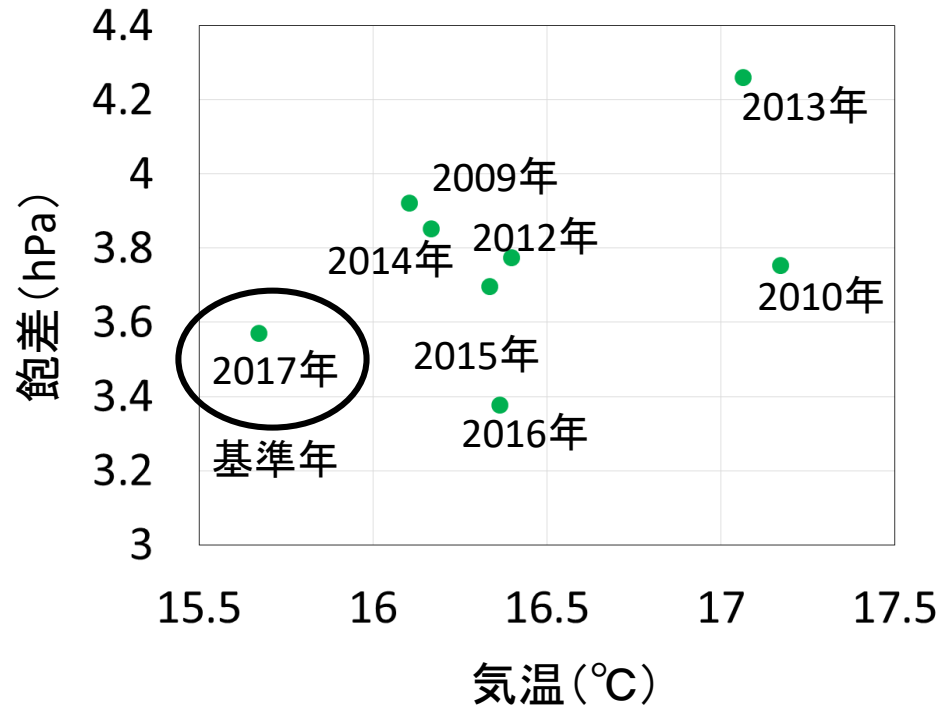
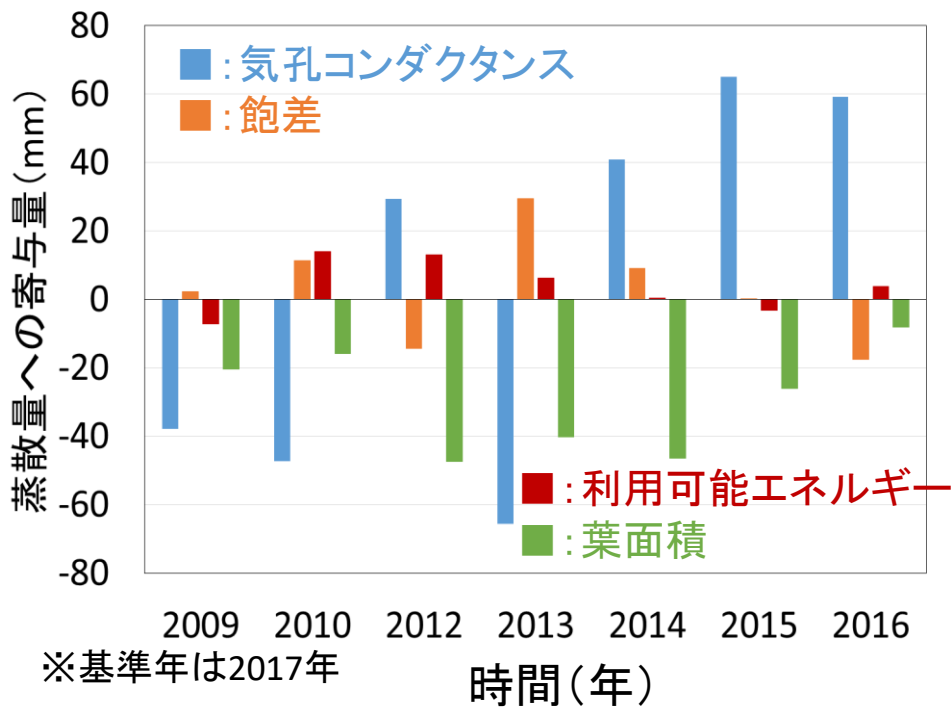
制御要因同士の影響を分離し、それぞれの寄与を定量化する手法

蒸散量のモデル化に使用した $T = \frac{\Delta(R_n - G) + \rho C_p D g_a}{\Delta + \gamma \left(1 + \frac{g_a}{\text{PAI} \cdot g_s}\right)}$ に適用すると
 (ペンマン・モンテース式)

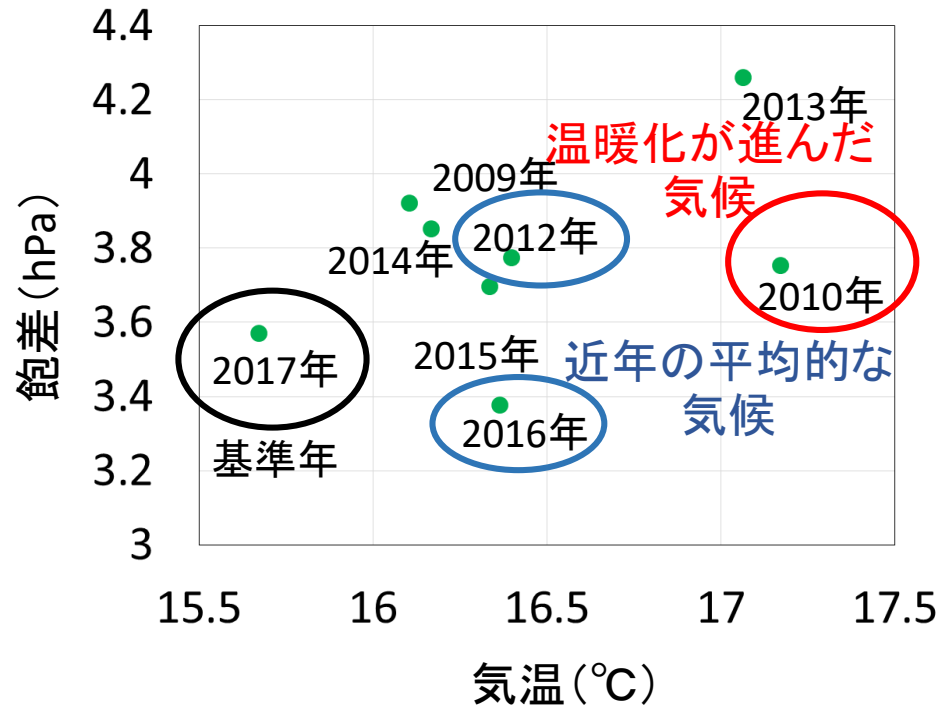
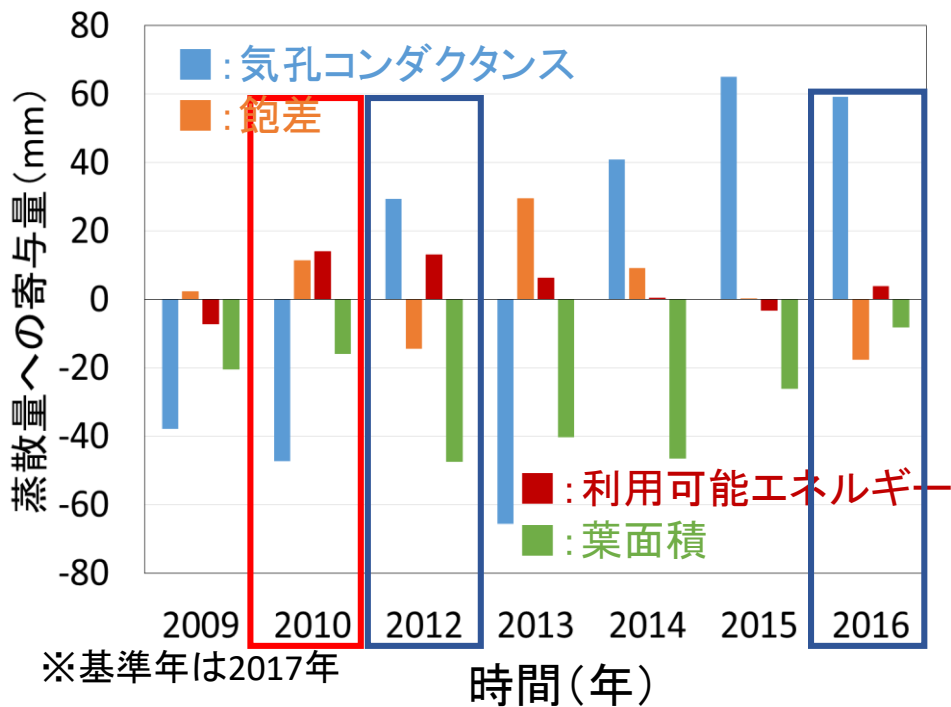
$$蒸散量の総変化量 dT \approx \frac{\partial T}{\partial g_s} dg_s + \frac{\partial T}{\partial D} dD + \frac{\partial T}{\partial (Rn - G)} d(Rn - G) + \dots,$$



摂動解析結果(5月-10月)



摂動解析結果(5月-10月)



温暖化による気候変動が進むとアカマツ林からの蒸散量は...
 気孔コンダクタンスが低下し蒸散量が減少する可能性がある

まとめと結論

○相関解析

日内変化では飽差、正味放射量、気孔コンダクタンスが影響しており季節で影響の大きさが異なった

○モデル化

季節変化の精度は良く、年変化もある程度表すことが出来た

○摂動解析

- ・経年変化においては気孔コンダクタンスの寄与が大きく、次いで飽差、葉面積の寄与が大きかった
- ・夏季の平均気温が高い年は気孔コンダクタンスが減少しており、それに伴って蒸散量の減少も見られた

アカマツ林からの蒸散量の変化には気孔コンダクタンスが重要な役割を持っていた

⇒気候変動に対する蒸散量の反応を予測するためには気孔コンダクタンスの反応を理解することが重要