

諏訪湖からの蒸発量の長期変動の制御要因

18s6022f 山田基

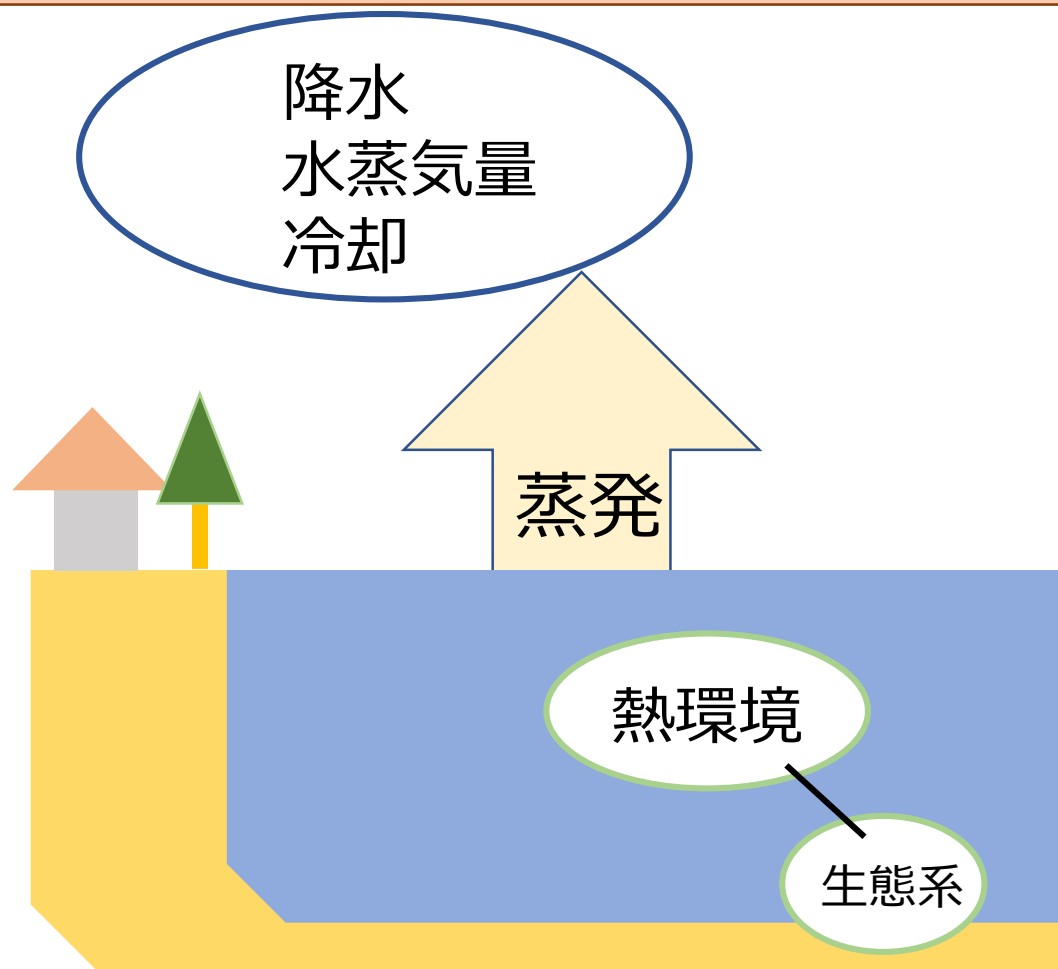
はじめに

地球温暖化



水循環の加速

湖からの蒸発の変動は
大気環境や湖環境に影響
を及ぼす重要な要因

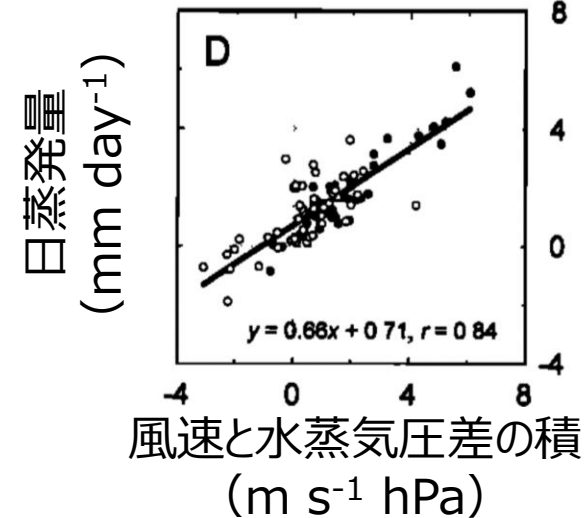


気候変動下において湖での蒸発の変動について予測する
必要性が高まっている

はじめに

湖からの蒸発の制御要因

(Blanken et al. 2000)



・時間から日スケール

風速や湖面と大気との水蒸気圧差が蒸発を制御 (Blanken et al., 2000)

・長期変動

シミュレーション→ 亜熱帯：日射が制御 (Feng et al., 2016)

寒帯(チベット高原)：風速と飽差が制御 (Guo et al., 2019)

7年間の観測→ 亜熱帯：放射が制御 (Xiao et al., 2020)

異なる気候の湖で長期変動の制御要因を明らかにする必要がある

・本研究の目的

6年間の観測データを用いて、亜寒帯と温帯の境界に位置する諏訪湖における年蒸発量の変動特性を明らかにする。

観測サイトとデータ

- ・諏訪湖（長野県）
面積：13.3km²
平均水深：4 m

- ・観測項目（30平均の連続データ）
フラックス（渦相関法で観測）
蒸発量（潜熱フラックス）
顕熱フラックス

気象

気温，水蒸気圧，相対湿度，風速，
放射，貯熱（水温の時間変化から推定）

- ・解析期間
2015年4月8日 ~ 2020年12月31日



（引用元：Google Earth）

データの欠測を補間→平均値の算出

蒸発の推定モデル

- Priestley and Taylor (PT) モデル (1972)

$$\text{潜熱フラックス} = \alpha \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (\text{Rn} - \text{S})$$

PT定数 (1.26)

利用可能エネルギー

Δ : 飽和水蒸気圧曲線の傾き
 γ : 乾湿球定数
Rn : 正味放射量
S : 貯熱

移流の少ない状態における飽和表面からの蒸発量が
平衡蒸発量に比例

- Penmanモデル (1948)

$$\text{潜熱フラックス} = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (\text{Rn} - \text{S}) + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f(u) VPD$$

風速

飽差

結果と考察

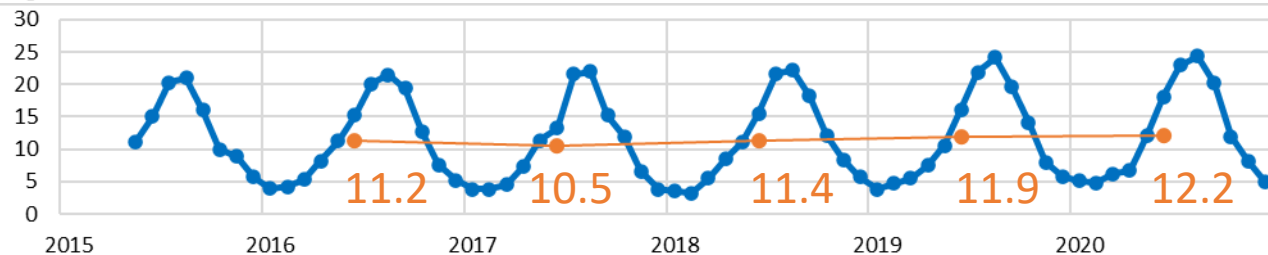
気象の変動

● 月平均値 ● 年平均値 数値は年平均値

気温
(°C)

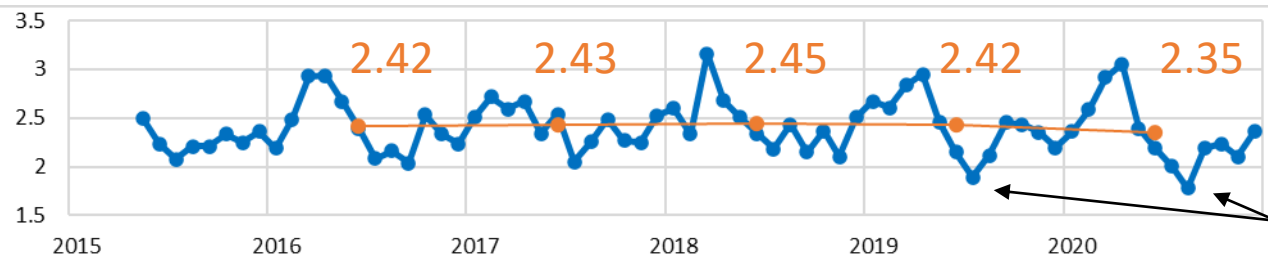


水蒸気圧
(hPa)



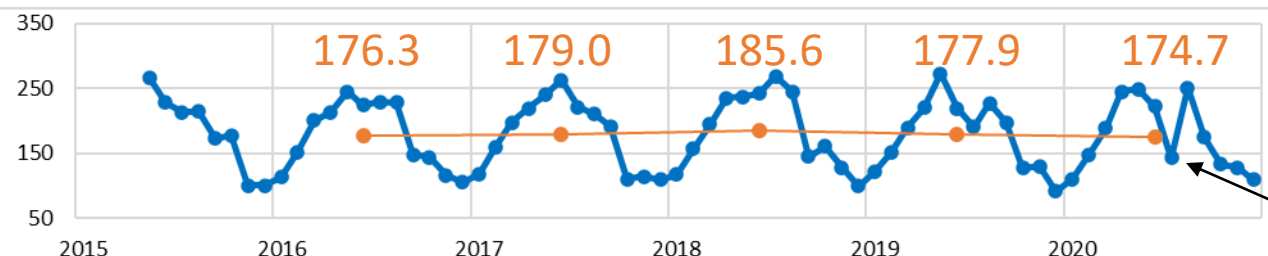
年平均値
は上昇

風速
(m/s)



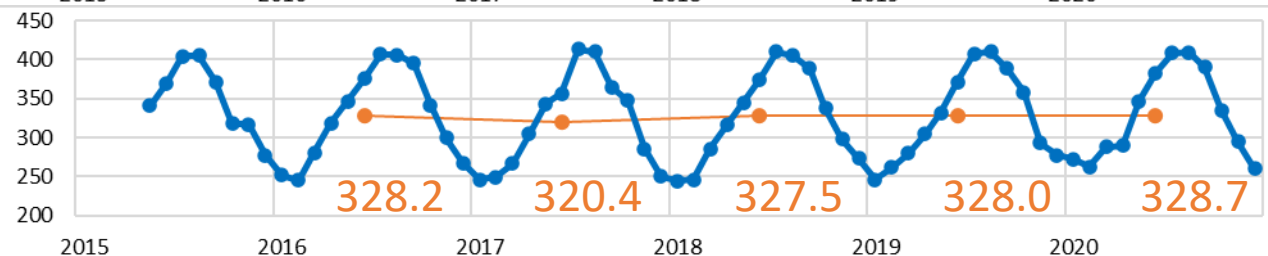
風が弱い月

下向き
短波放射
(W/m²)



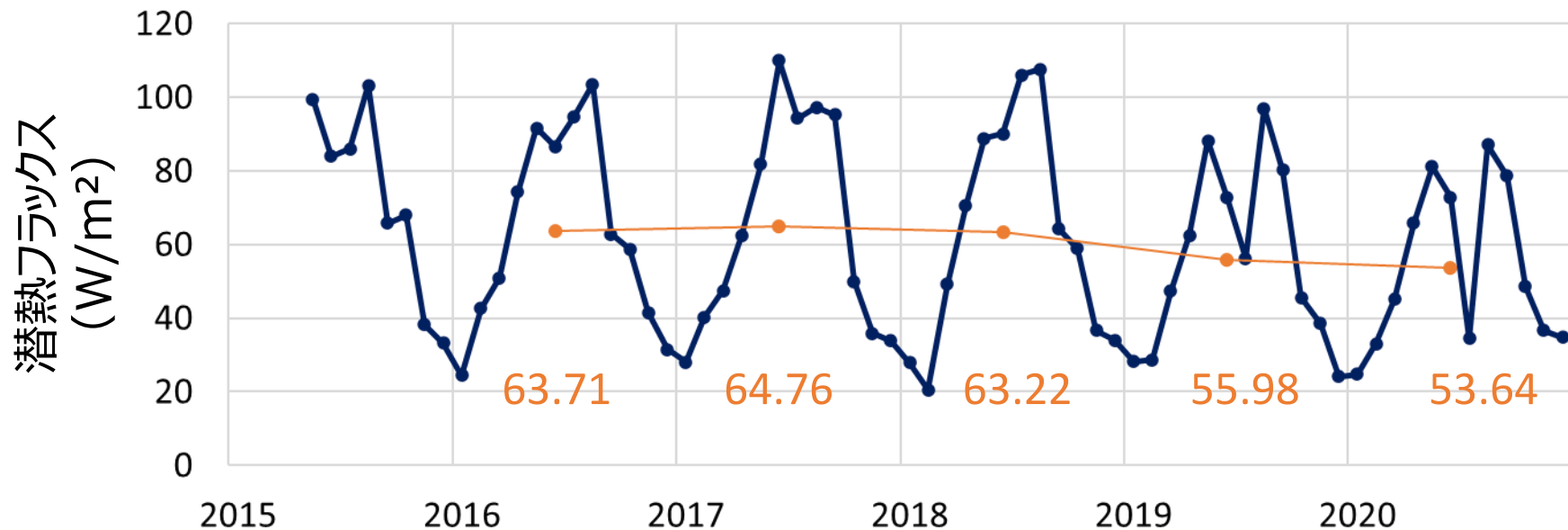
日射が
少ない月

下向き
長波放射
(W/m²)



潜熱フラックスの変動

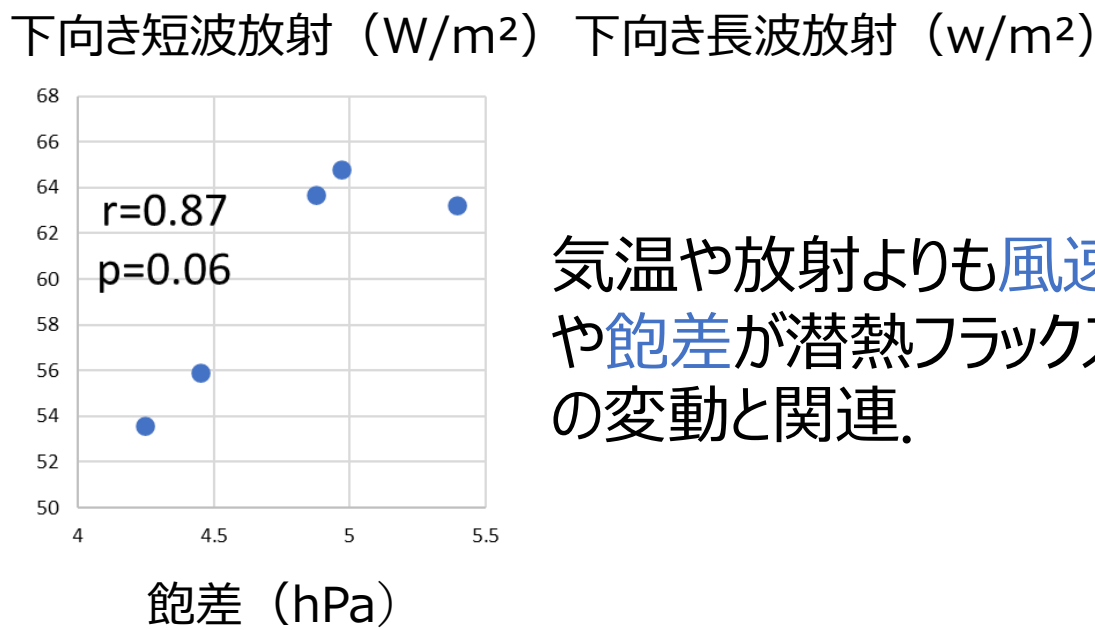
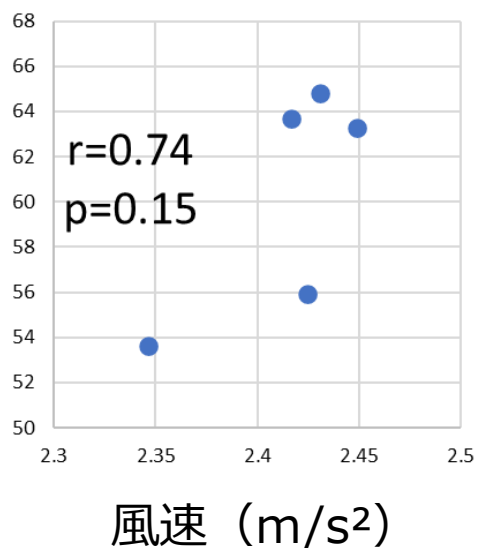
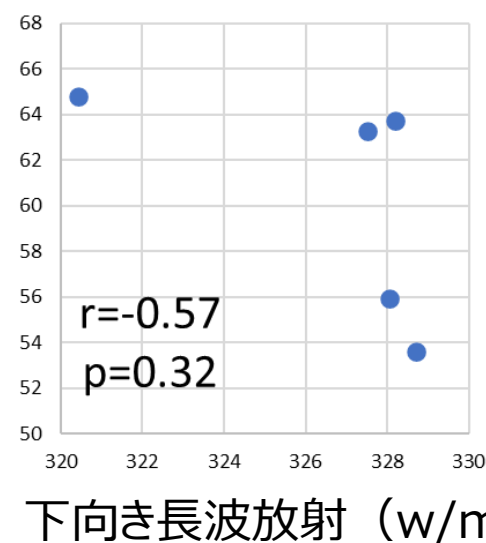
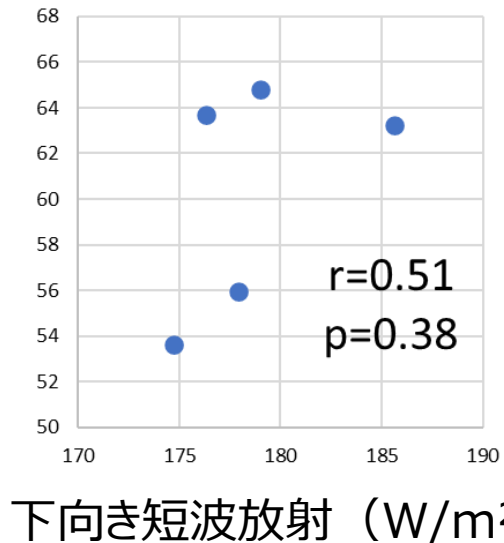
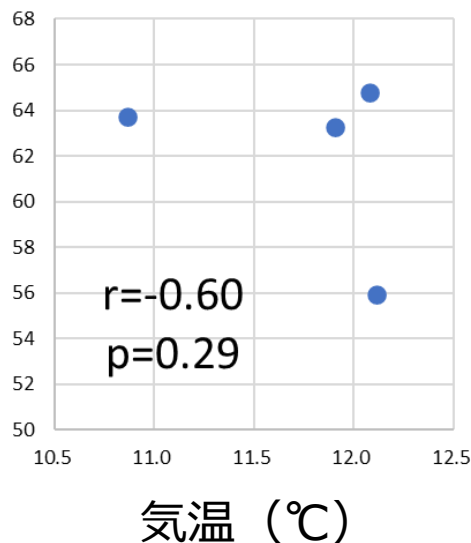
● 月平均値 ● 年平均値 数値は年平均値



- 潜熱フラックスは夏に大きく冬に小さい
- 2019, 2020年7月は月平均値の低下
→ 同時期の飽差, 下向き短波放射, 風速の低下と関連
- 7月の月平均値が小さい2019, 2020年は年平均値が低下

潜熱フラックスと気象の相関（年平均値）

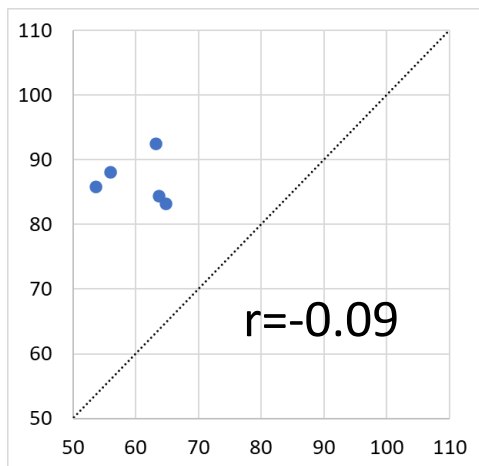
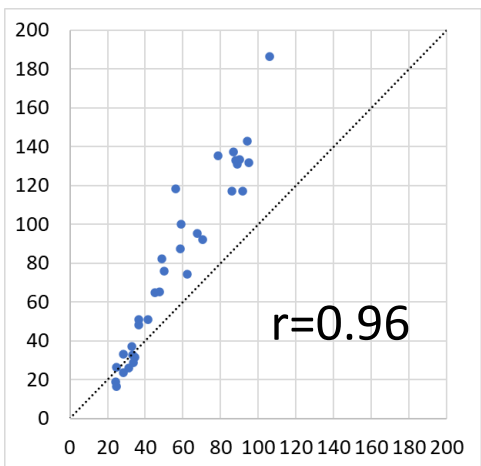
潜熱フラックス
(W/m^2)



気温や放射よりも**風速**
や**飽差**が潜熱フラックス
の変動と関連。

モデル評価

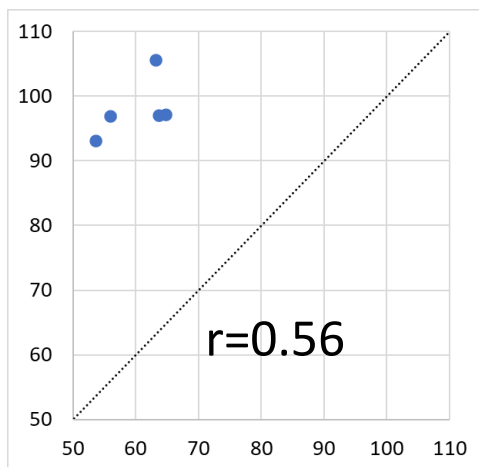
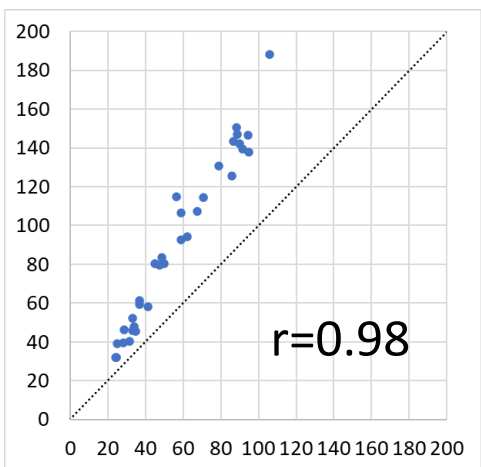
PTモデル
(W/m²)



モデルは観測値を
過大評価

月スケール 高い相関
年スケール 低い相関

Penman
モデル
(W/m²)



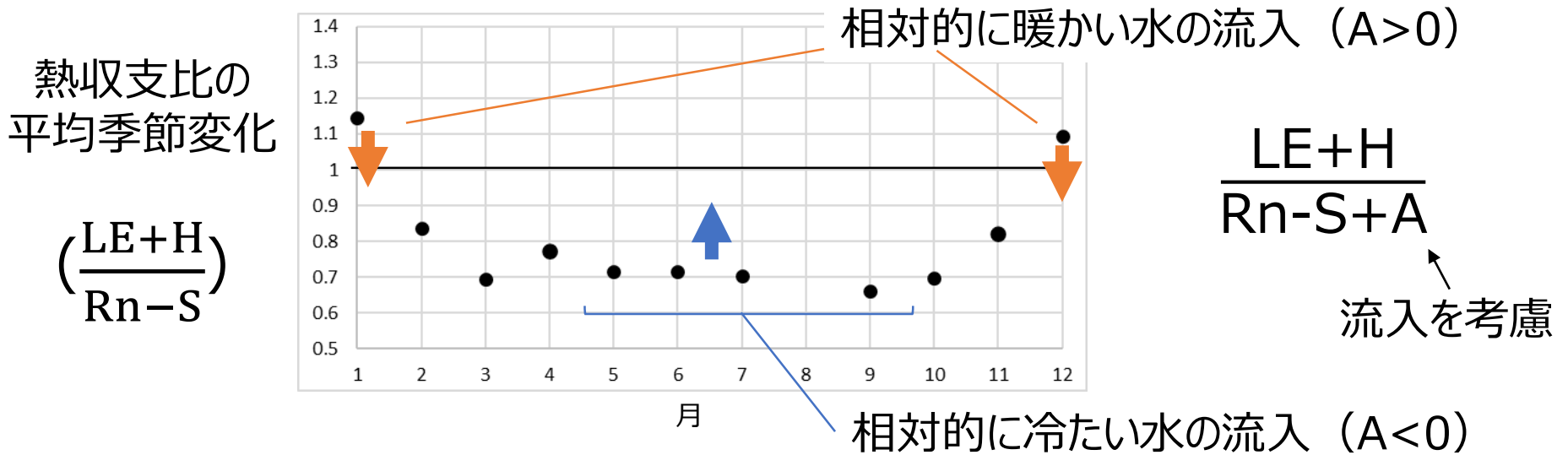
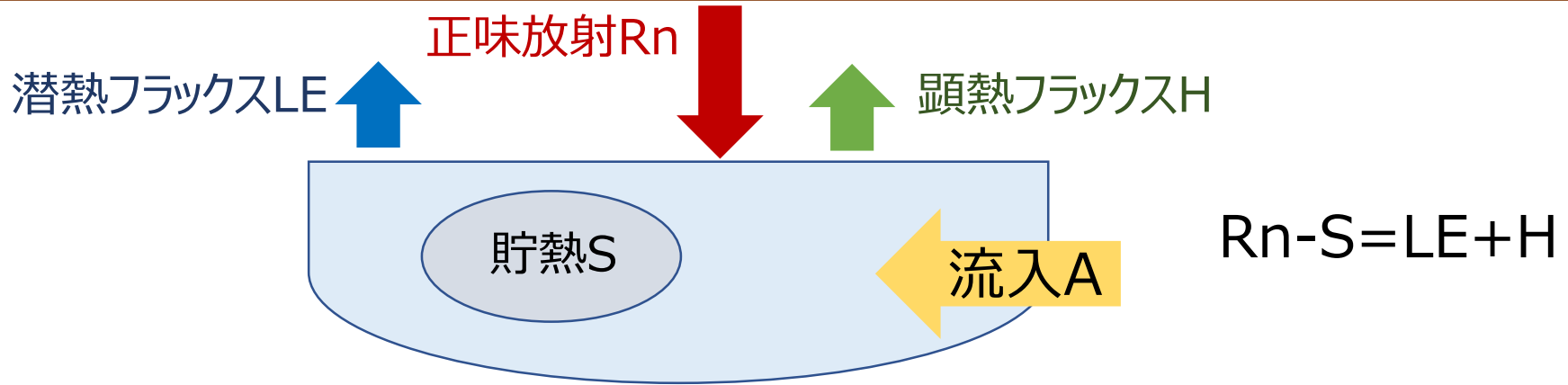
Penmanモデルの方が
変動の再現性は良い

↓
風速や飽差の影響

月平均潜熱フラックス
(W/m²)

年平均潜熱フラックス
(W/m²)

湖面熱収支



熱収支比には地下水や河川水の流入が大きく影響している可能性がある。

モデル評価

地下水流入によるエネルギーの
インプットを考慮する必要がある

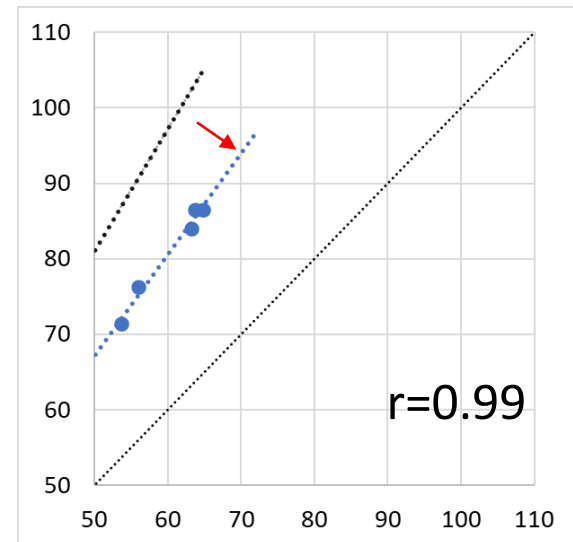
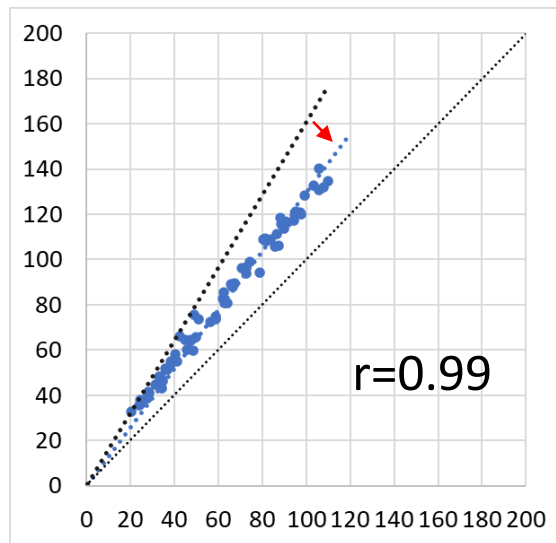


$$LE = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (\text{Rn} - S) + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma} f(u) VPD$$

↑
 $LE + H (= Rn - S + A)$

流入を考慮しモデルを適用

Penmanモデル
(W/m^2)



潜熱フラックスの再現性が向上

→ 流入を含むエネルギーのインプットが年変動を制御

結論

諏訪湖の年蒸発量の変動

エネルギーのインプットに加え風速, 飽差によって制御された流入は湖面熱収支や蒸発に影響を与える可能性がある

亜熱帯湖 (Xiao et al., 2020)

海洋性気候の亜熱帯湖では蒸発の長期変動を放射が制御

推論

湖からの蒸発量の長期変動の制御要因は湖の位置する地域の気候で異なることを示唆



湿潤地域では飽差の季節変動幅, 年変動幅が小さく, 年蒸発に与える影響が小さくなる可能性