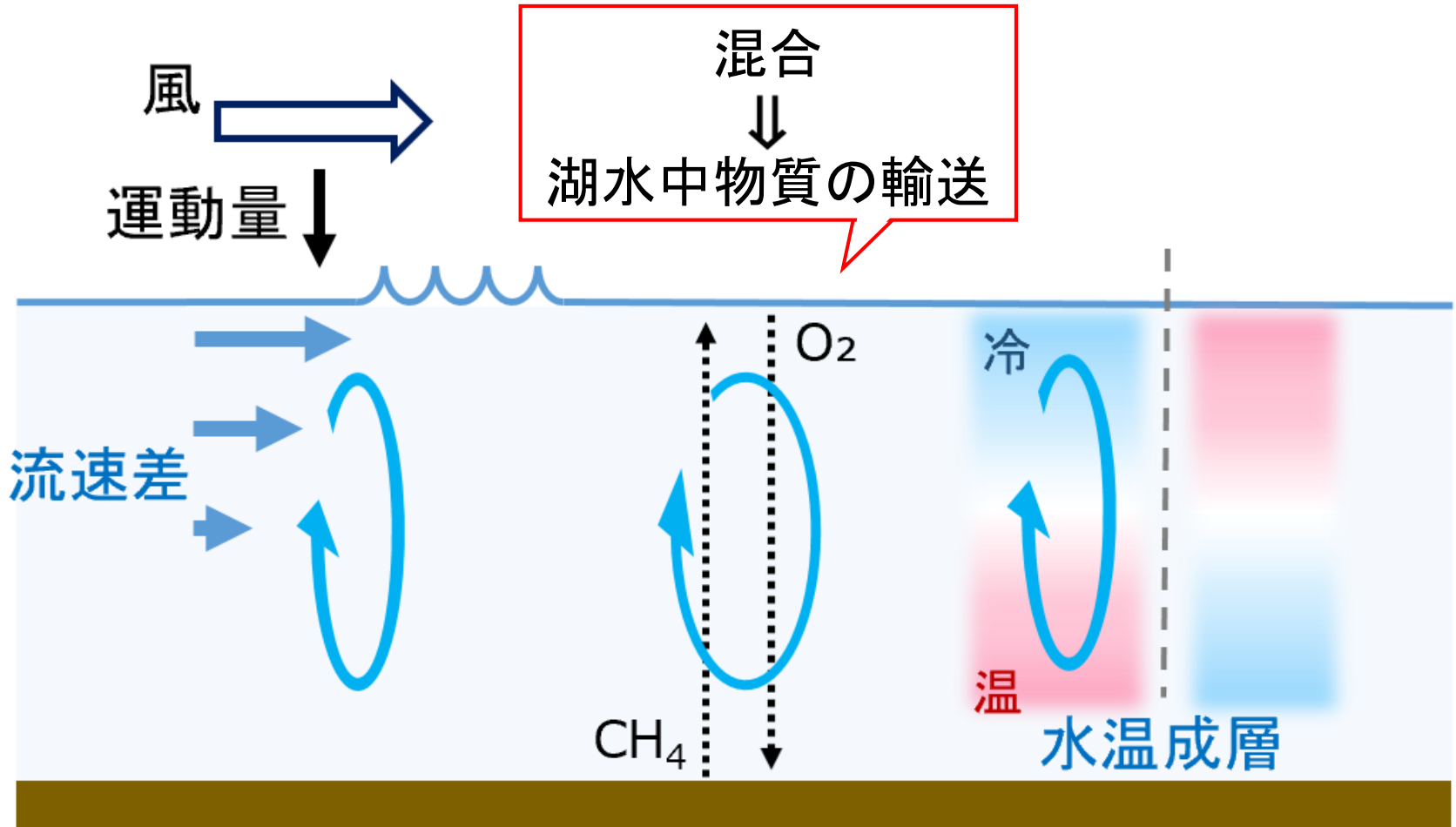


諏訪湖の混合に対する 運動量輸送と水温成層の影響

16S6007E 笠原佑香

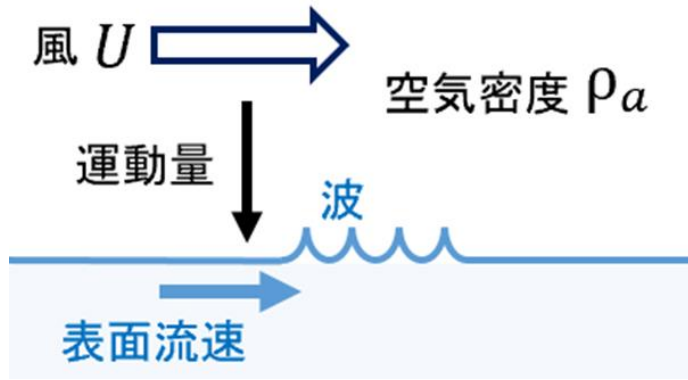




◆ 運動量輸送
流速差で混合

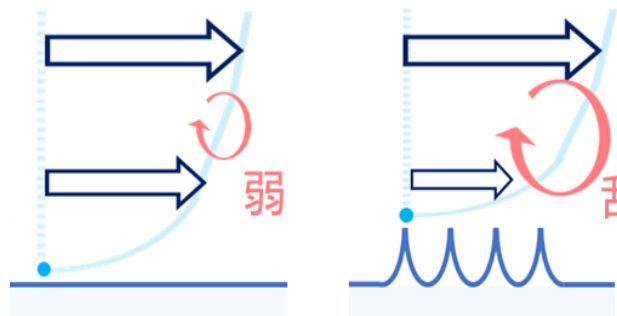
◆ 水温成層
・水温差による対流で混合
・湖水が安定状態で混合抑制

1. はじめに



運動量輸送 $\tau = \rho_a C_D U^2$

運動量輸送を決定するパラメータ



輸送係数 C_D は水面状態で変化する

外洋において

高風速で波高大 \rightarrow 輸送係数大

(Garratt 1994)

湖と海の違い

水深, 対岸までの距離, 水生植物の存在 \rightarrow 波高, 波形が異なる

目的: 湖特有の要素が運動量輸送に及ぼす影響を明らかにし,
運動量輸送と水温成層の混合への影響を調査

諏訪湖(長野県)

面積 13.3km² 平均水深 4.7m

7-9月頃にヒシやクロモが繁茂



(地理院地図)

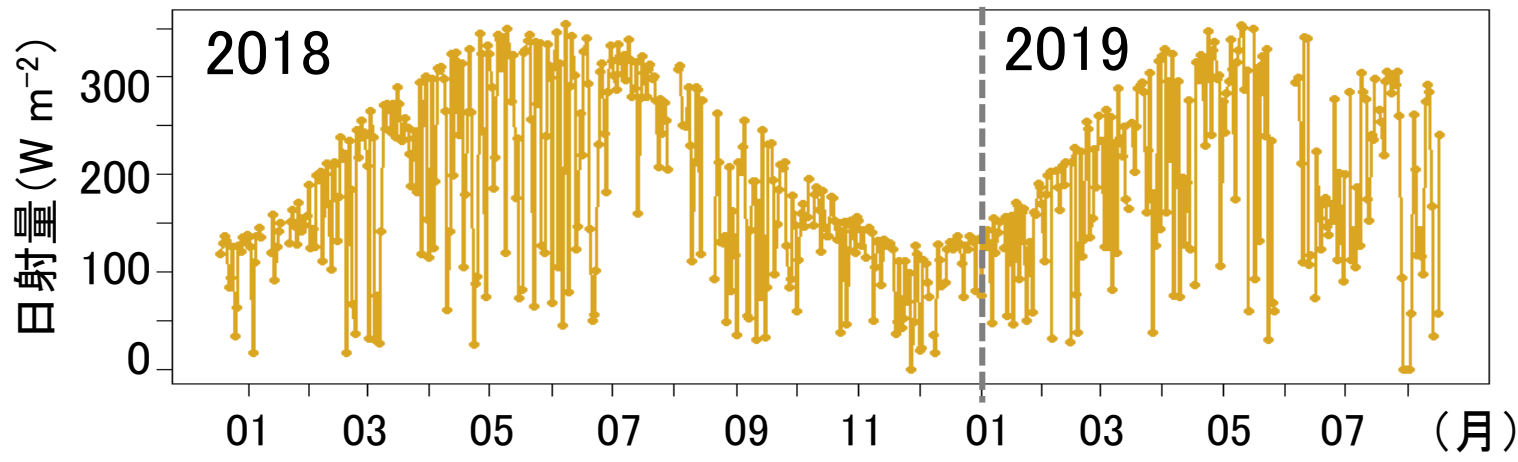
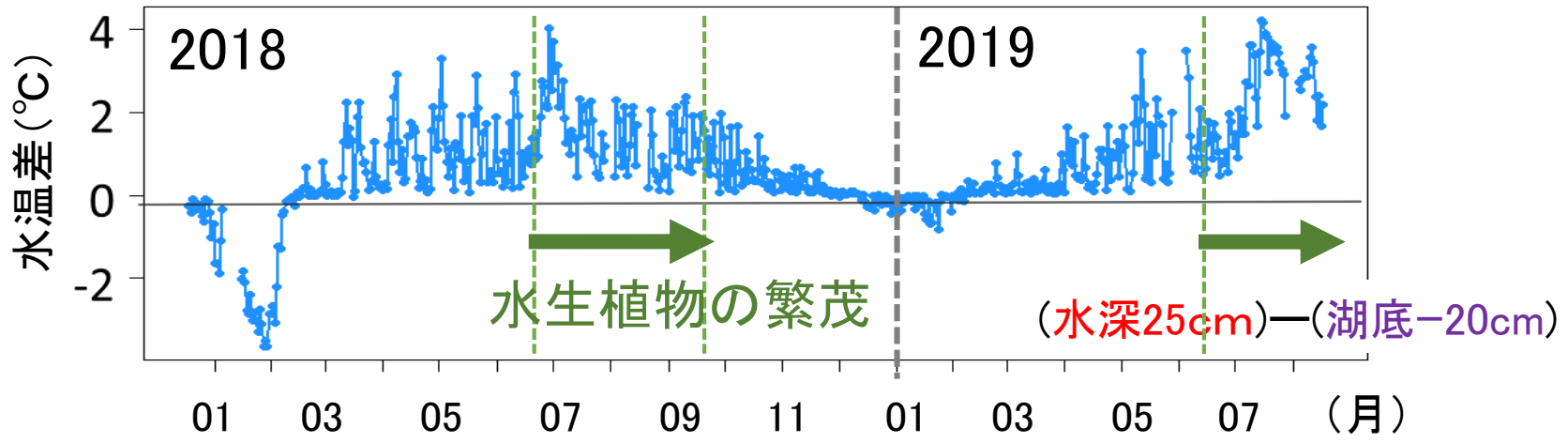
気象 : 気温, 風速, 風向, 正味放射

湖内環境 : 水温, 水位(→波高), 流速流向, 溶存酸素

フラックス : 運動量輸送, 顕熱輸送, 潜熱輸送

3. 結果と考察

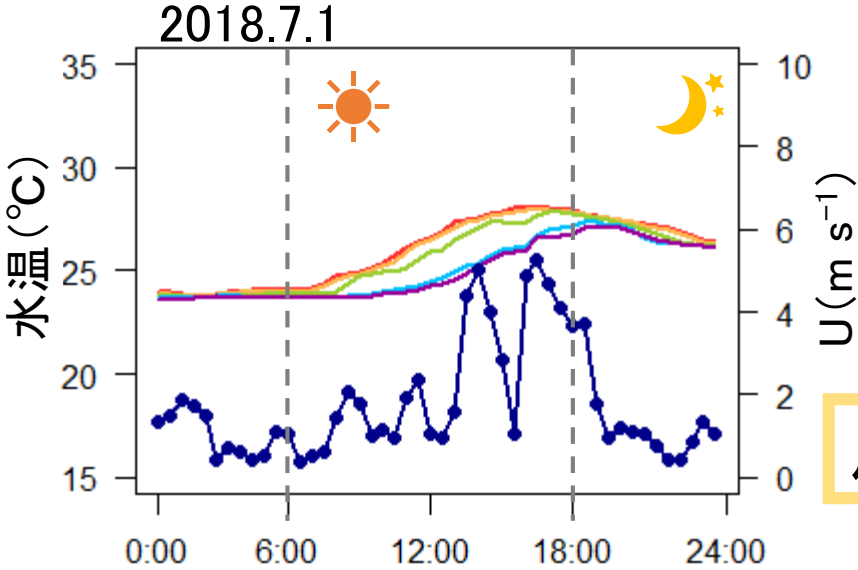
3.1 湖水の混合



日射量の増加→安定成層の形成

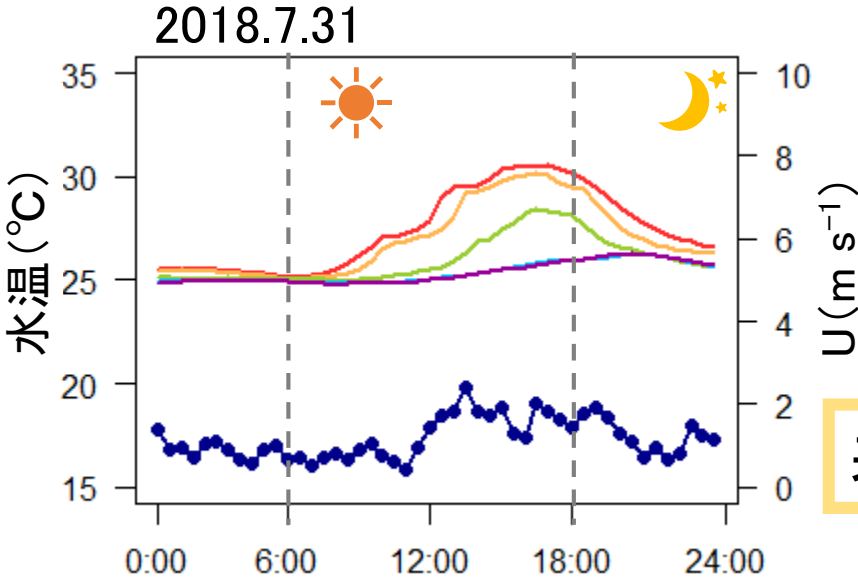
沈水植物による安定成層の強化 (Dale and Gillespie, 1977) の可能性

3. 1 湖水の混合



- 水深25cm
- 50cm
- 100cm
- 130cm
- 湖底-20cm

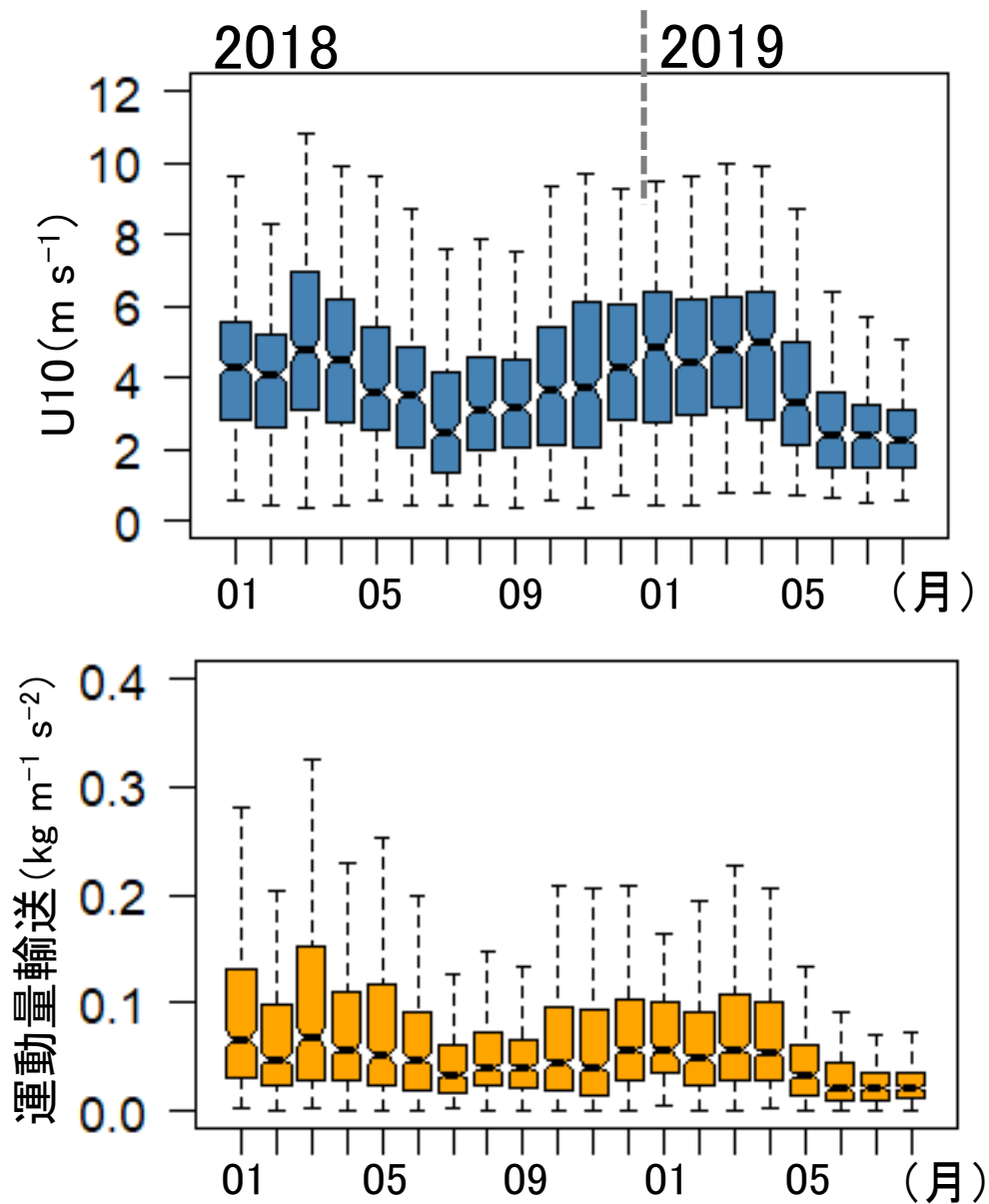
風速増大による混合



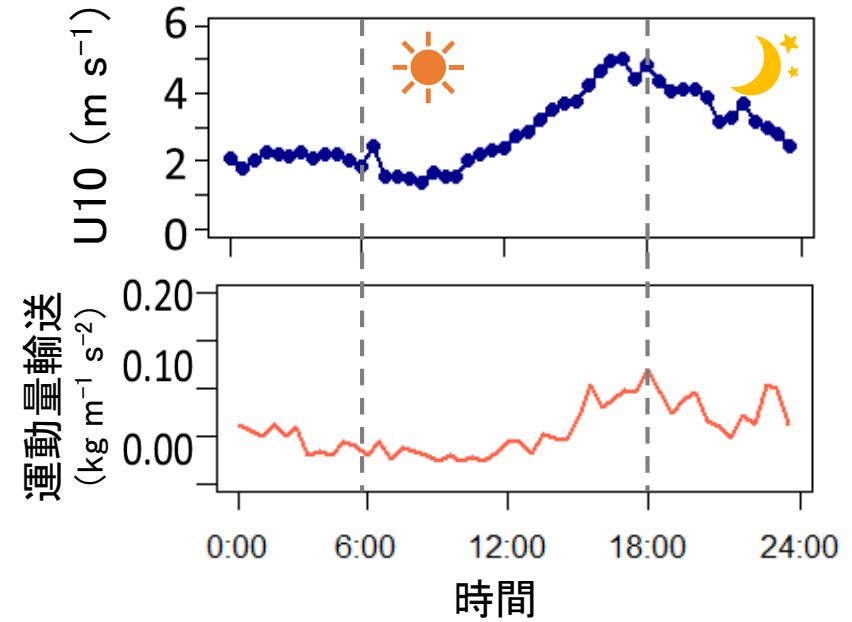
表層水温の低下による混合

3. 結果と考察 運動量輸送について

3. 2 運動量輸送

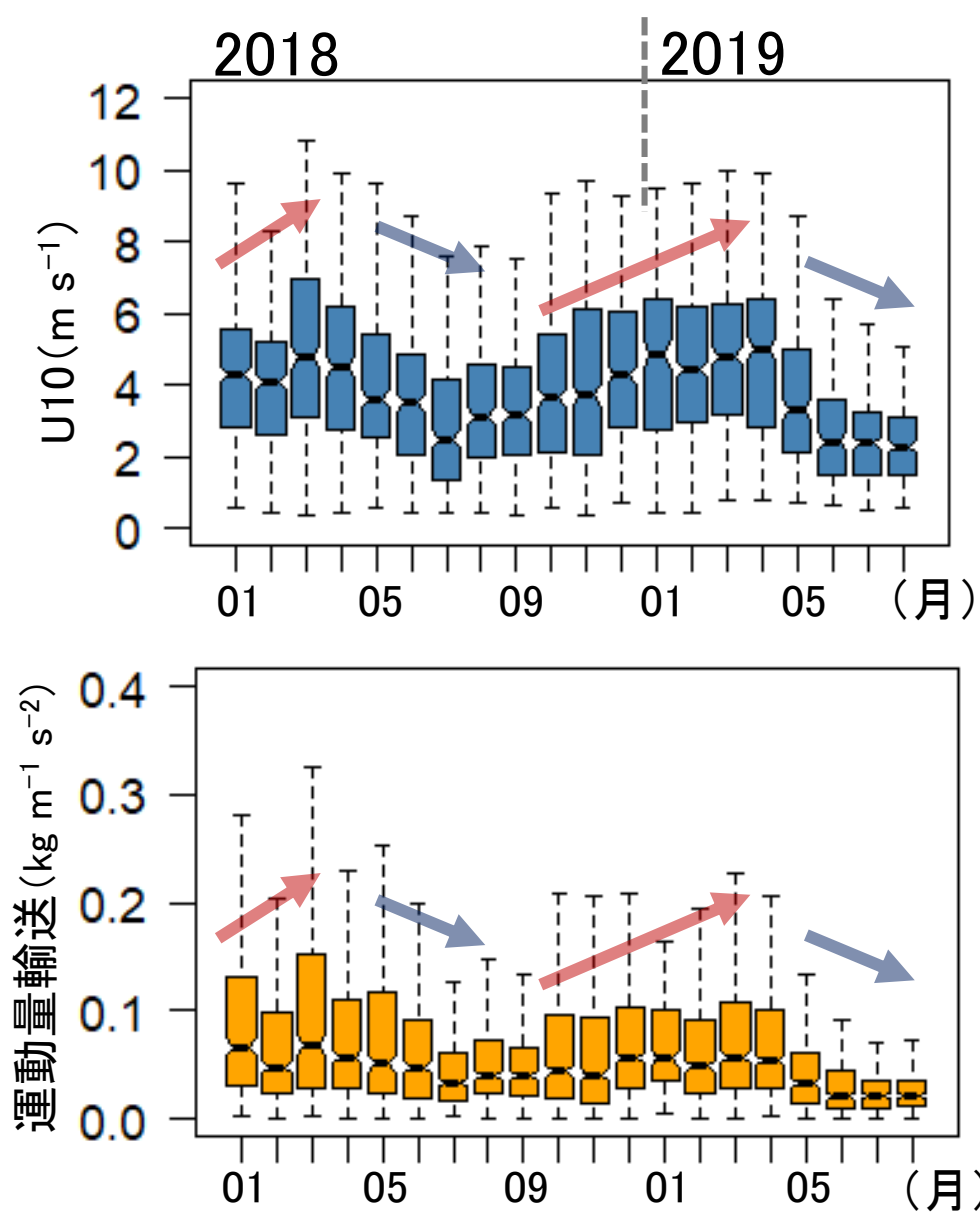


平均日変化 2018.7

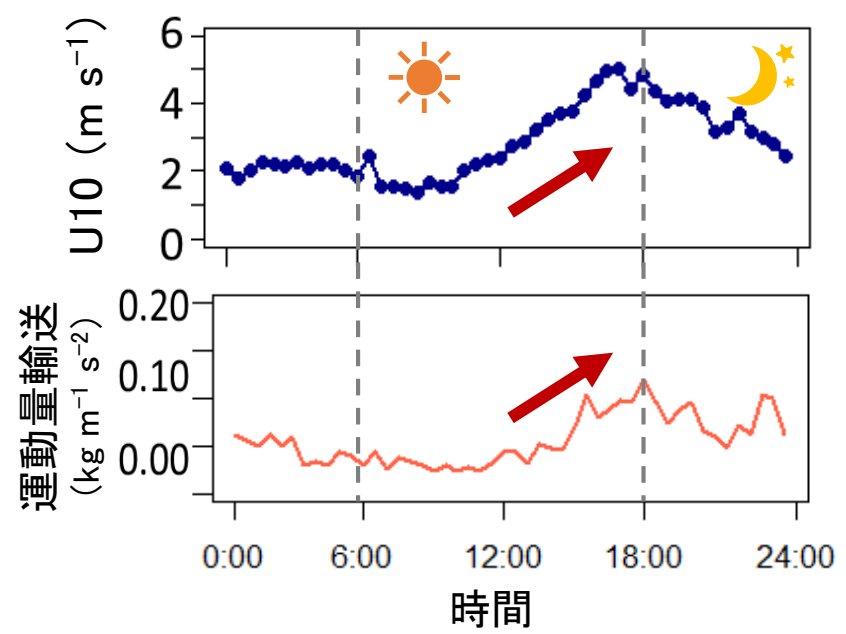


運動量輸送 $\tau = \rho_a C_D U^2$

季節変化, 日内変化ともに
運動量輸送は風速依存



平均日変化 2018.7

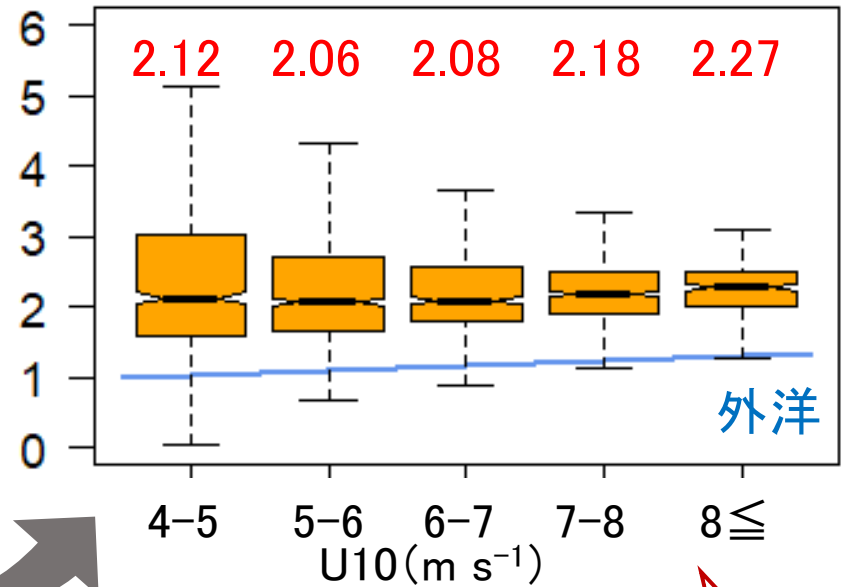
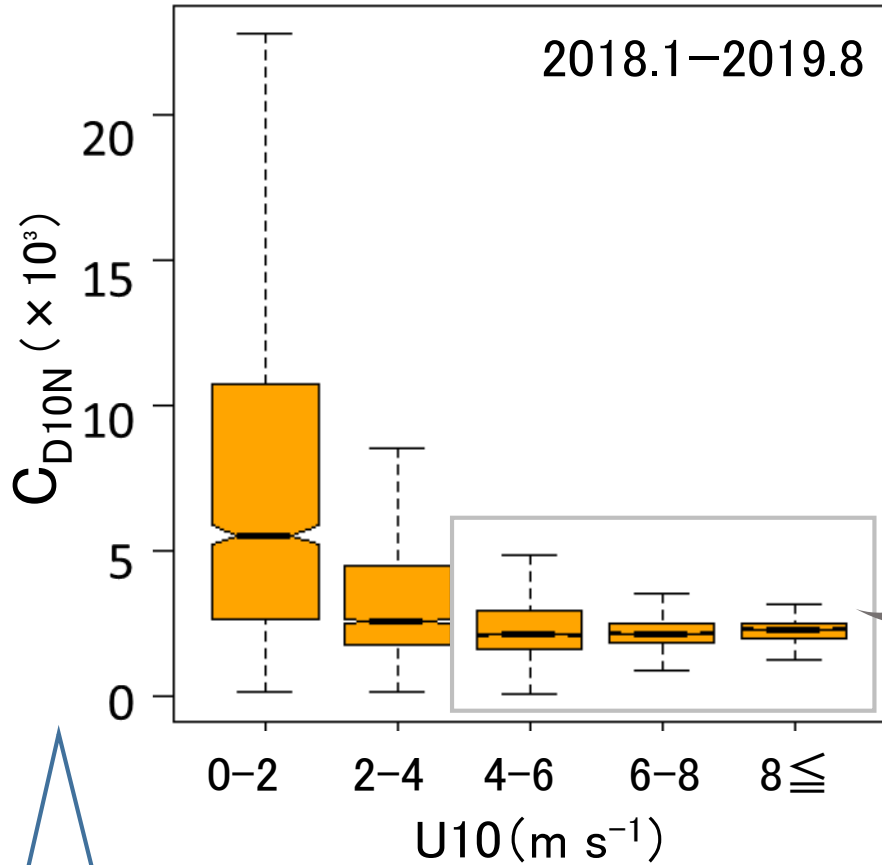


運動量輸送 $\tau = \rho_a C_D U^2$

季節変化, 日内変化ともに
運動量輸送は風速依存

3.3 運動量輸送係数の制御要因

風速に対する変化→外洋における輸送係数 (Garratt 1994)と同様



- ① 高風速でわずかに増加
- ② 海よりも湖の C_{D10N} 大きい

運動量輸送係数 C_{D10N}

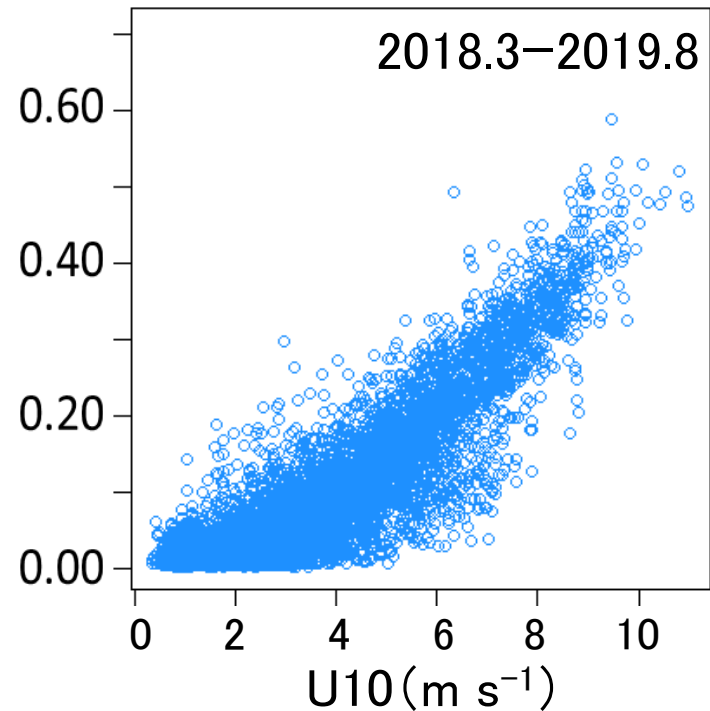
↑ 運動量輸送 $\tau = \rho_a C_D U^2$

① 高風速で増加

→ 風速に伴い **波高** が増大するため (m)

② 海よりも湖の C_{D10N} 大きい

→ 短い吹走距離や浅瀬は
波の傾斜を高めるため



波形の変化

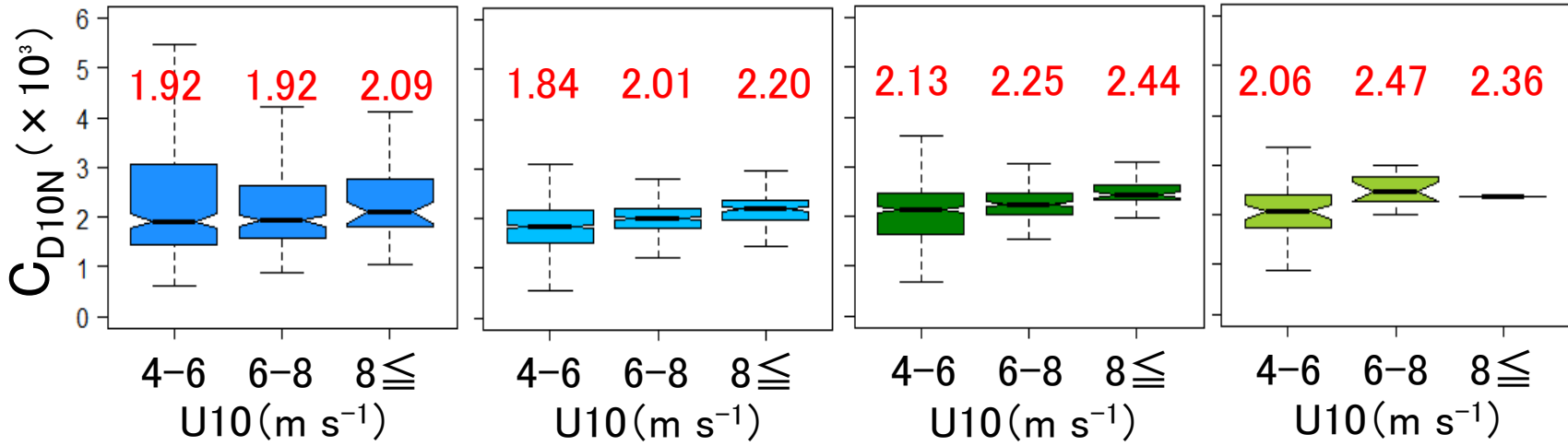
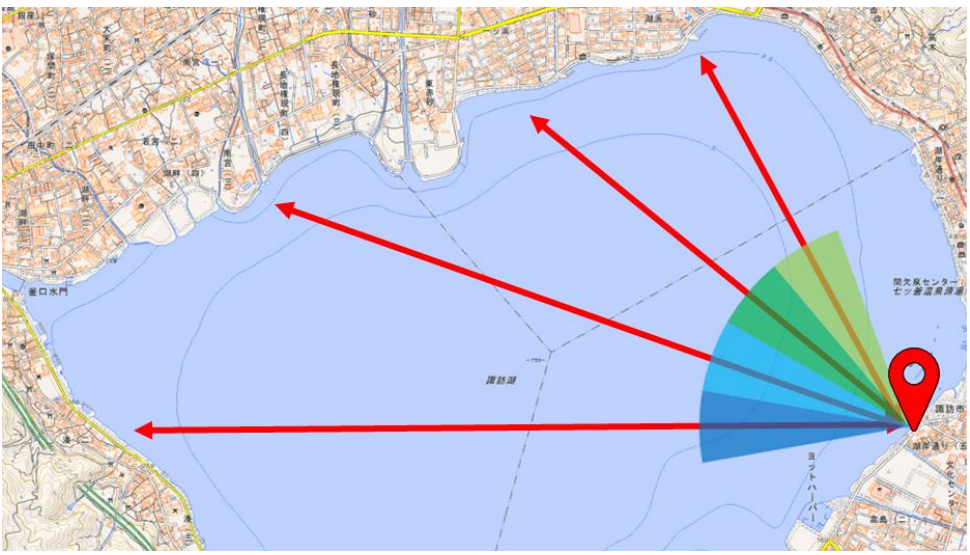
短い吹走距離は波の発達を制限し、

C_{D10N} を増加させる
(Vickers and Mahrt, 1997)

発生初期: 急 → 十分に発達: なだらか



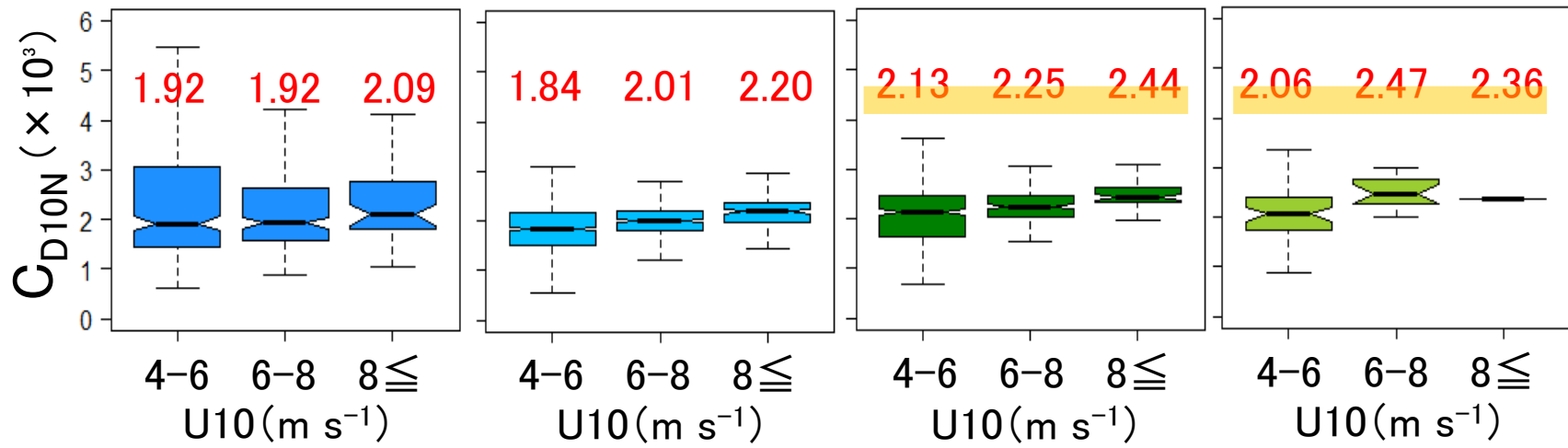
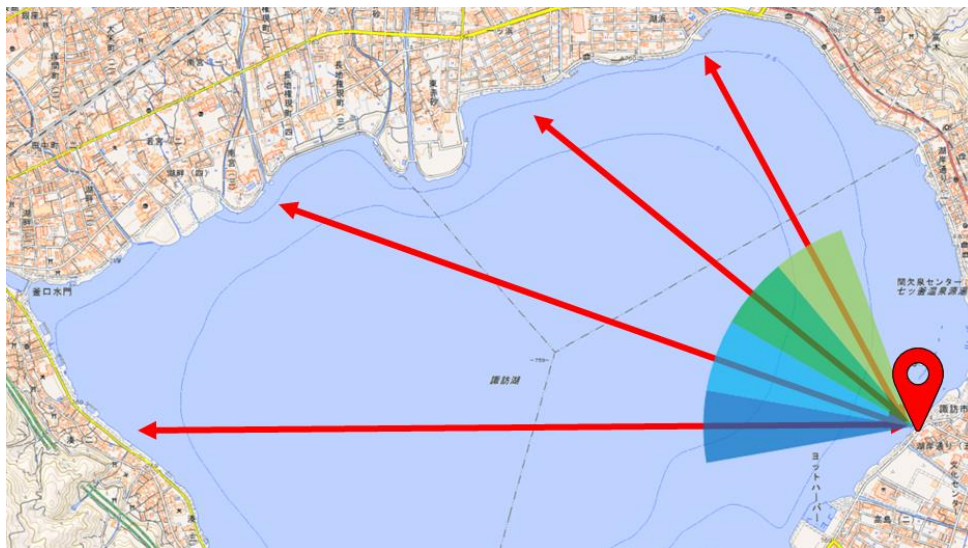
吹走距離が異なる風向別に
 C_{D10N} を解析



2018.1-2019.8

3.3.1 運動量輸送係数と波立ち方

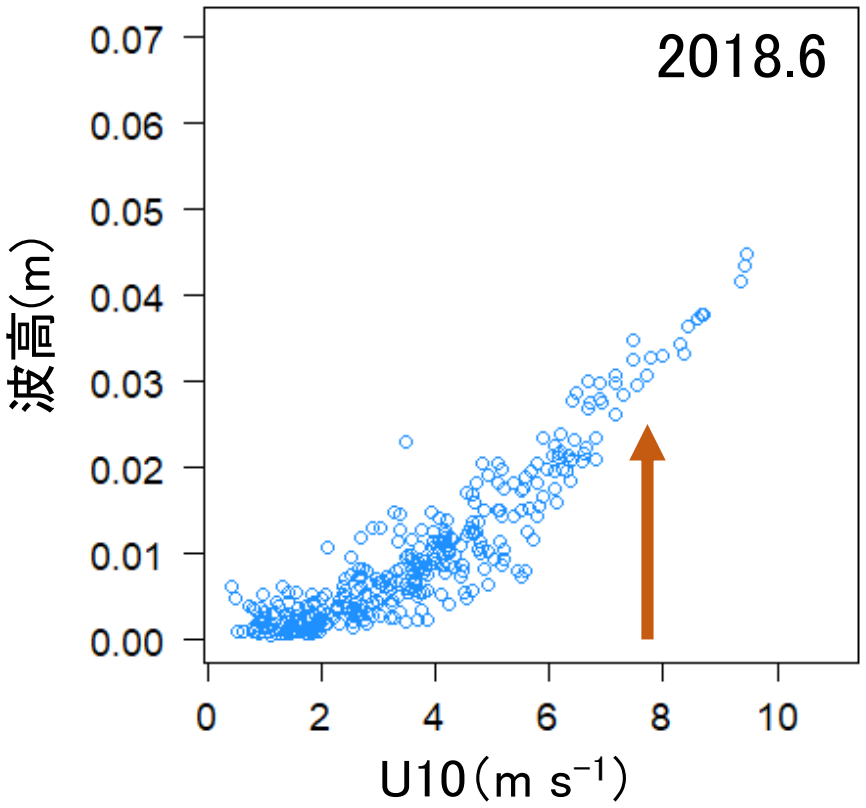
吹走距離が異なる風向別に C_{D10N} を解析



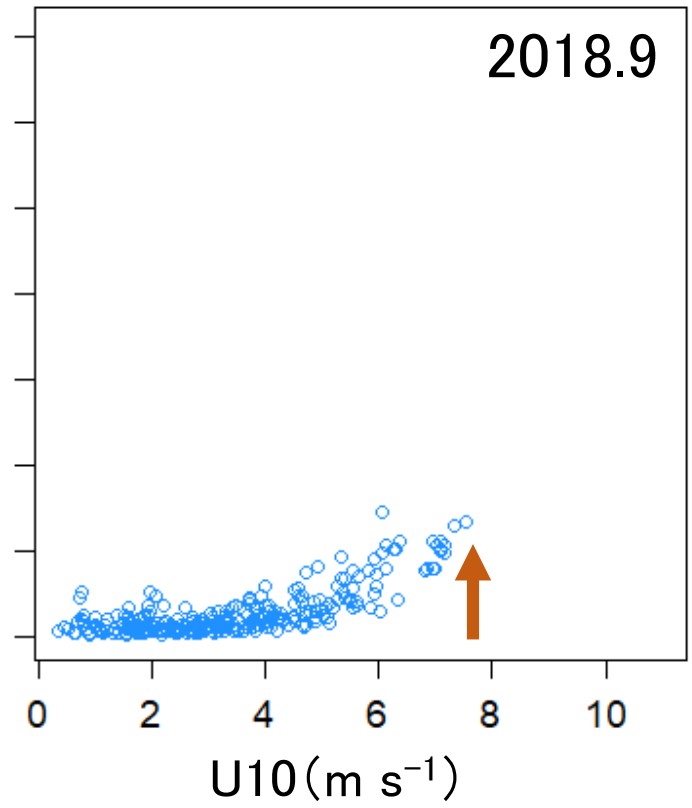
2018.1-2019.8

吹走距離が短いエリアで C_{D10N} 高い

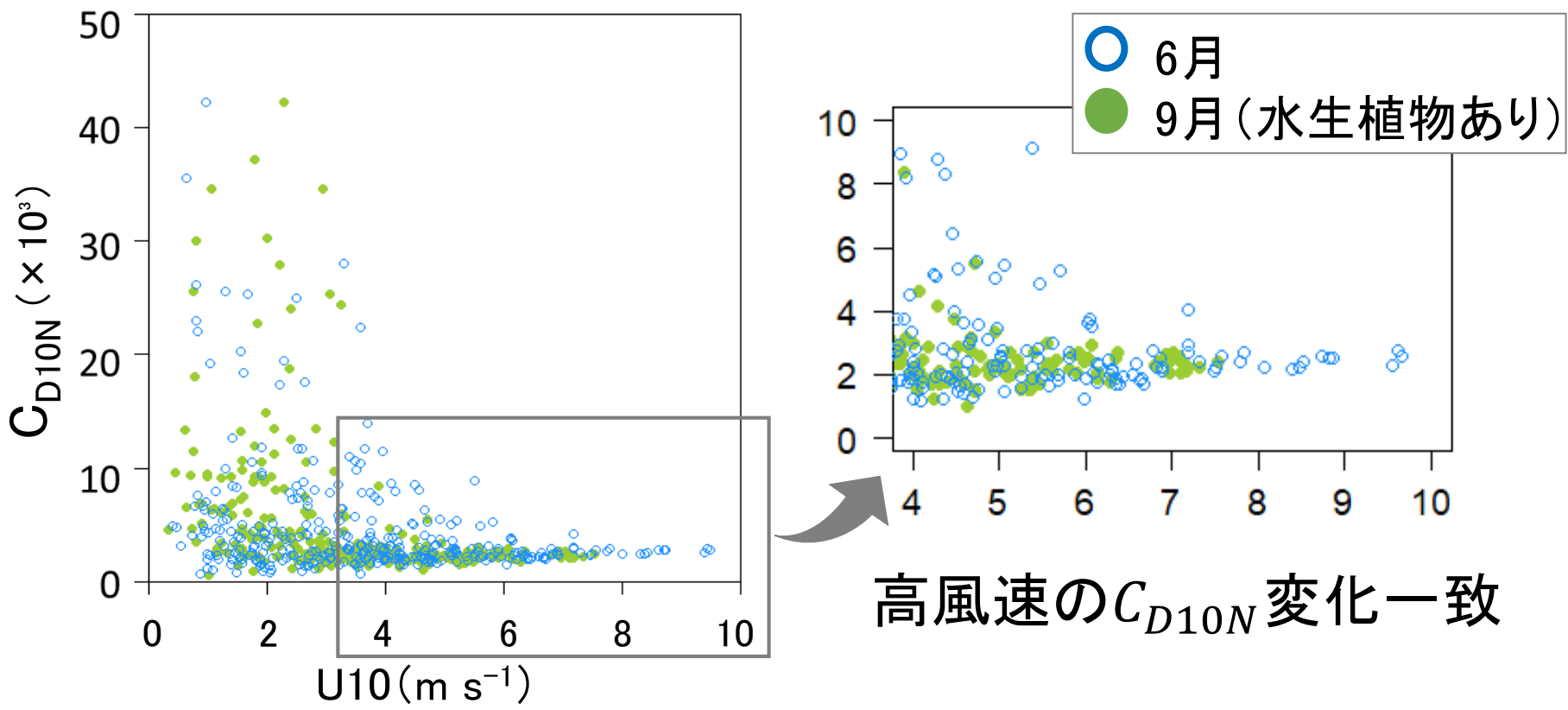
ヒシ, クロモ繁茂前



繁茂中



2018.9
→ヒシやクロモの繁茂により波高制限



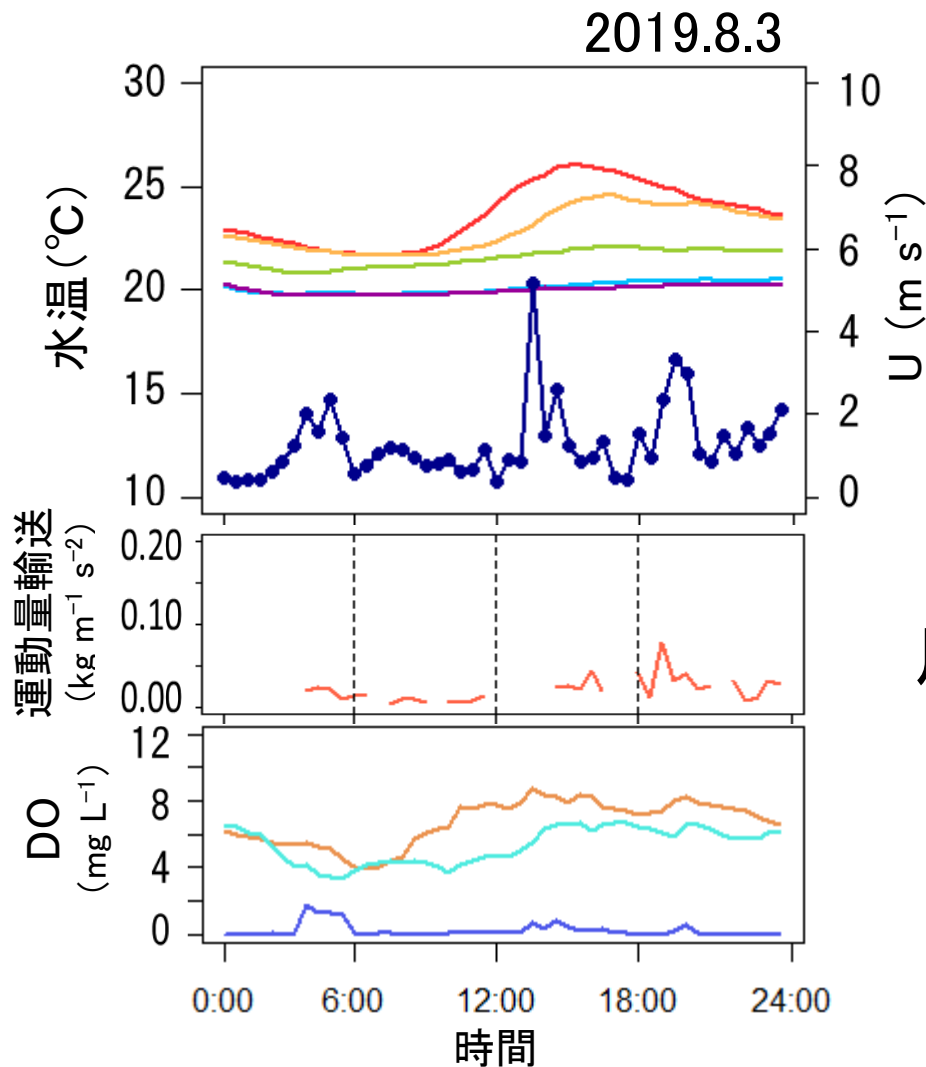
高風速の C_{D10N} 変化一致

水生植物の存在により輸送効率が低下 (Xiao et al. 2013)



水生植物による波高制限 + 水生植物による波傾斜増大? → 輸送効率への影響が打ち消された可能性

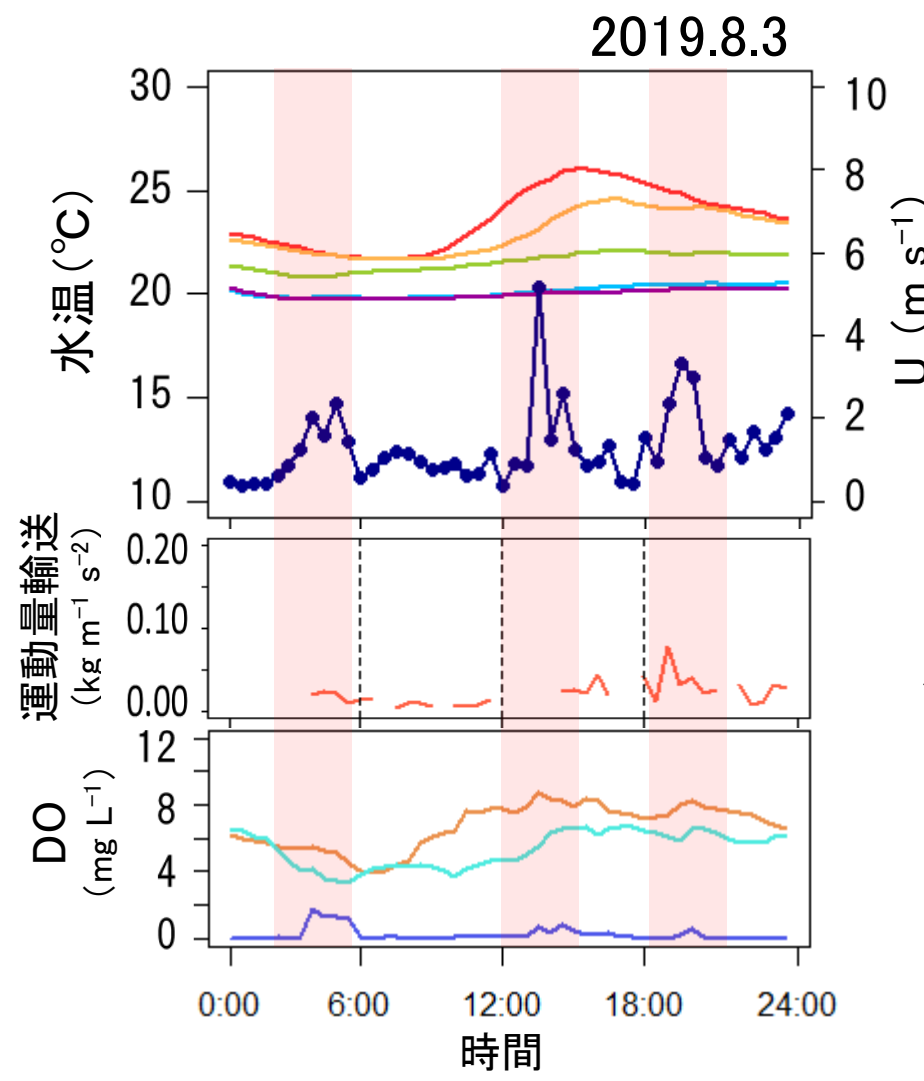
3. 結果と考察 水温成層と混合について



日内で安定成層の強さが異なる

風速増大時
→ 日中深層への
O₂の供給小





日内で安定成層の強さが異なる

風速増大時
→ 日中深層への
O₂の供給小

安定成層の強さは混合の抵抗として働く

水温

- 水深25cm
- 50cm
- 100cm
- 130cm
- 湖底-20cm

DO

- 水深約10cm
- 約100cm
- 湖底-20cm

4. まとめ

□ 湖における運動量輸送の制御要因

- ・風速
- ・波 → 輸送効率
 - { 波高 水生植物の存在は波高を制限 ↔ 輸送効率には影響なし
 - { 波傾斜 浅瀬や吹走距離により増大

□ 混合

- ・運動量輸送は混合を引き起こす要因
- ・安定成層の強さは混合の抵抗として働く

結論

吹走距離や水深 → 波立ちに影響し、
運動量の輸送効率を変化させる

水生植物の存在 → 波立ち、安定成層の強さに影響する可能性
運動量の輸送効率に関して波形観測が必要