

令和元年度印旛沼における水質の連続調査結果について

中田利明¹⁾ 星野武司 横山新紀 丹澤貴大²⁾

(1 : 千葉県企業局工業用水部施設設備課 2 : 千葉県企業局水道部計画課)

1 目的

印旛沼は有機汚濁の指標とされる化学的酸素要求量(COD)が高く、近年は高止まりの傾向を示している。その水質汚濁機構の詳細は不明な点が多く、気象が水質に与える影響については知見が少ない。

今回、印旛沼の環境基準点「上水道取水口下」(以下、「水質調査地点」という。)において、多項目水質計及び流向流速計による時間連続的な水質および流況測定を行い、短い時間スケールにおける水質の変化について調査した。併せて、時間連続的な気象観測を行い、気象と水質の関係について調査を行った。

2 調査方法等

2・1 調査期間

気象調査 2019年4月8日～2020年3月27日
水質調査 2019年4月10日～2020年3月23日
流況調査 2019年5月12日～6月10日、
9月11日～10月10日、
2020年1月15日～2月12日

2・2 調査地点

気象調査 企業局水道部印旛取水場内にある水質自動監視測定局舎(図1)
水質・流況調査 西印旛沼「上水道取水口下」(図1)

2・3 調査方法

2・3・1 多項目水質計による連続水質調査

水質調査地点の沼底から0.75mに多項目水質計を設置し、水温、pH、溶存酸素、電気伝導度、クロロフィルa、濁度を15分毎に測定した。なお、多項目水質計は東亜DKK製WQC-24を2台(クロロフィルモジュール付き及びクロロフィルモジュールなし)を一定期間ごとに装置を交換して、調査を行った。

2・3・2 流向流速計による連続流況調査

水質調査地点の沼底から0.5mに流向流速計を5月、9月、1月の各1ヶ月間設置し、流向及び流速を15分毎に測定した。流向流速計はJFEアドバンテック製INFINITY-EMを使用した。

2・3・3 気象調査

水質調査地点から南に約700m地点にある測定局舎(建物高さ約3m)の屋上面(コンクリート製)に気象観測装置を設置(以下、「気象調査地点」という。)し、屋上面から高さ0.5mで気温と湿度、屋上面から高さ1mで風向と風速、屋上面で日射量と雨量をそれぞれ10分毎に測定した。

3 調査結果

3・1 連続調査結果(水質・流況・気象)

気象、水質、流況の各調査結果を図2に示す。なお、測定値については、各水質項目は時間平均値、各気



図1 調査地点

象項目は1時間値、流向・流速は時間平均値（ベクトル平均値）とした。また気象項目は、調査地点近傍の気象庁佐倉気象観測所のアメダスデータと比較した。

3・1・1 降雨と pH・溶存酸素・電気伝導度

降雨時における pH・溶存酸素・電気伝導度の変化の例として、11/22（降雨量 38 mm/日）の結果を図 2-⑦に示す。雨が降りはじめた 11 時から翌 11/23 の 7 時までの 20 時間で pH（降雨前 9.0, 降雨後 6.8）、溶存酸素（降雨前 12.0 mg/L, 降雨後 9.4 mg/L）、電気伝導度（降雨前 32 mS/m, 降雨後 11 mS/m）といずれも急に低下した。このことから、降雨に伴う流入水により pH、溶存酸素、電気伝導度が低下することが確認された。同様の事象は 1/28（図 2-⑧）においても確認された。

3・1・2 降雨及び日射量とクロロフィル a

降雨後に日射量が高くなった時のクロロフィル a の変化の例として、5/21（降雨量 70mm/日）～26 の結果を図 2-①に示す。5/21 は日間日射量が 2.0 MW/m² と低く、5/20 に 200 µg/L 以上のクロロフィル a が 5/22 7:00 に 103 µg/L に低下した。降雨後、5/22 から 5/26 の日間日射量が 19 MW/m² 以上で継続し、クロロフィル a は 160 µg/L 以上まで上昇した。同様の事象は、3/14～18（図 2-⑨）においても確認された。

また、降雨後に日射量が低い例として 11/22～25 の結果を図 2-⑦に示す。11/22 はクロロフィル a が 100 µg/L 以上だったが、11/22～23 の降雨後に 40 µg/L 以下に低下した。その後、11/25 まで日間日射量が 3.3 MW/m² 以下と低く、クロロフィル a は概ね 40 µg/L 以下で推移した。

このように、降雨に伴う流入水により植物プランクトンが減少すること及びその後の増殖は降雨後の日射量の影響を受けることが確認された。

3・1・3 風速・風向と濁度

風速・風向と濁度の変化の例として、9/23 の結果を図 2-④に示す。9/23 は南西向き風速 6 m/s を超える風が吹き、同時に濁度の急な上昇が確認された。同様の事象は 5/28（図 2-②）においても確認された。

3・1・4 台風等による水質への影響

本調査期間中、9/9（図 2-③）に「令和元年房総半島台風」（降雨量 178 mm/日）、10/12（図 2-⑤）に「令和元年東日本台風」（降雨量 130 mm/日）の 2 度の大型台風及び 10/25（図 2-⑥）は降雨量 246 mm/日の大雨があった。これらの事例では、流入水の影響による pH・溶存酸素・電気伝導度の急な低下及び一時的な濁度の上昇（③については別途確認済）が顕著に確認された。

3・2 流況調査結果

3・2・1 流況の頻度分布

流速と流向（いずれも時間平均値）の出現頻度を図 3 に示す。流速は 3 cm/s 以下の頻度が多かった。また、流向は 1 回目と 3 回目は南西向き、2 回目は東向きの流れが多かった。なお、2 回目の調査期間前の 9/9 には、令和元年房総半島台風が千葉市に上陸した。

3・2・2 流況の周期性

流速と流向の自己相関のグラフを図 4 に示す。1 回目の調査期間については、24 時間ごとに相関係数のピークがあることから日単位の周期性があり、特に、東西方向の流速に周期性が大きい傾向があった。

3・2・3 気象による流況への影響

風速と流速及び風向と流向の関係を図 5 に示す。風速と流速及び風向と流向の間に関係性は見られなかった。また、降雨があった 5/19～5/24 における流向の経時変化を図 6 に示す。流向は、降雨前は西向きであったが、5/21 の降雨（70 mm/日）の後に北向きに変化し、その後 2 日ほどで西向きに戻る変化を示した。このことから、水質調査地点では降雨が鹿島川から流入した水が北印旛沼へ向かう流れに影響を与えていることが確認された。

2019.5

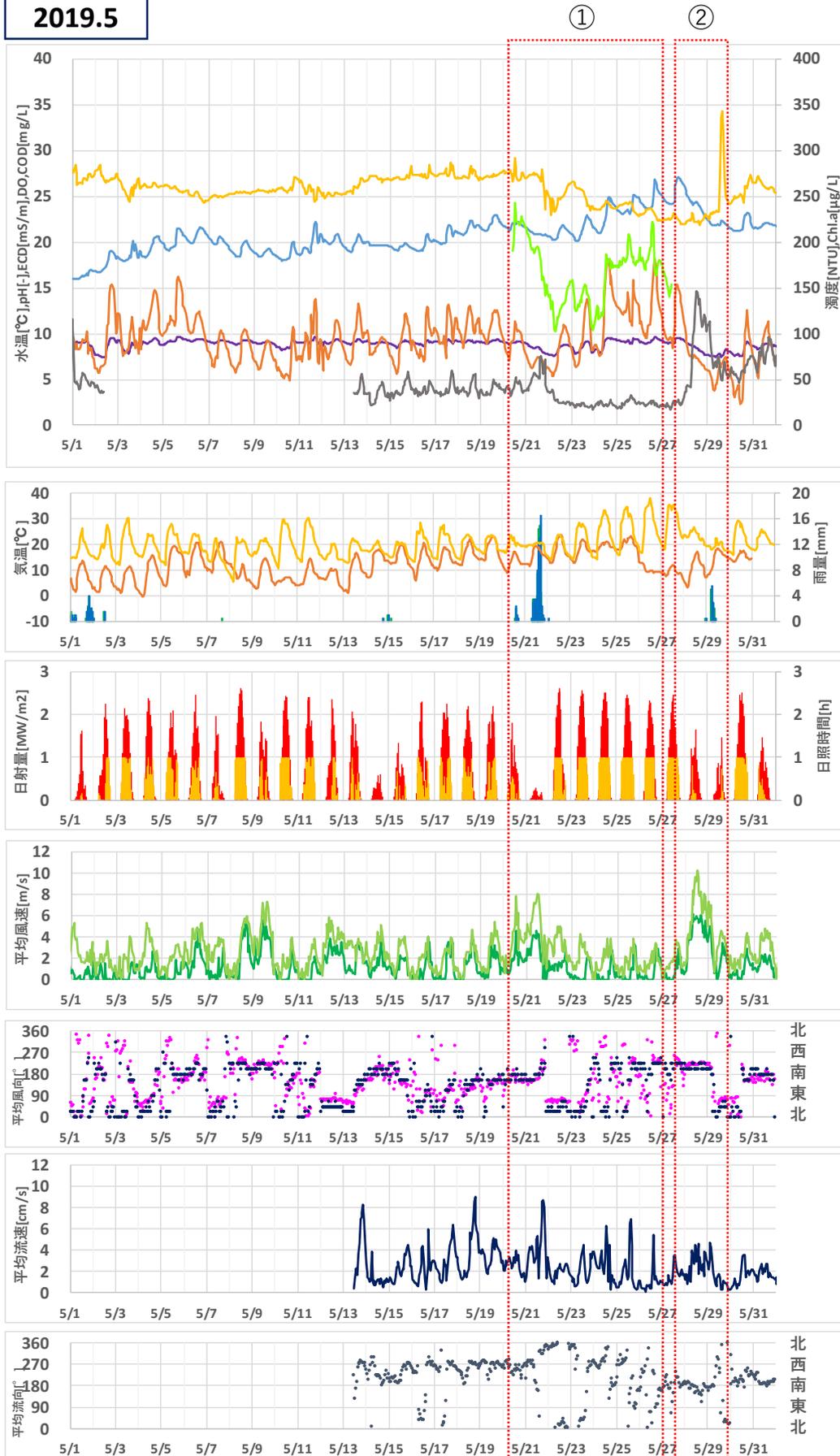


图 2 連続調査結果 (2019 年 5 月)

2019.9

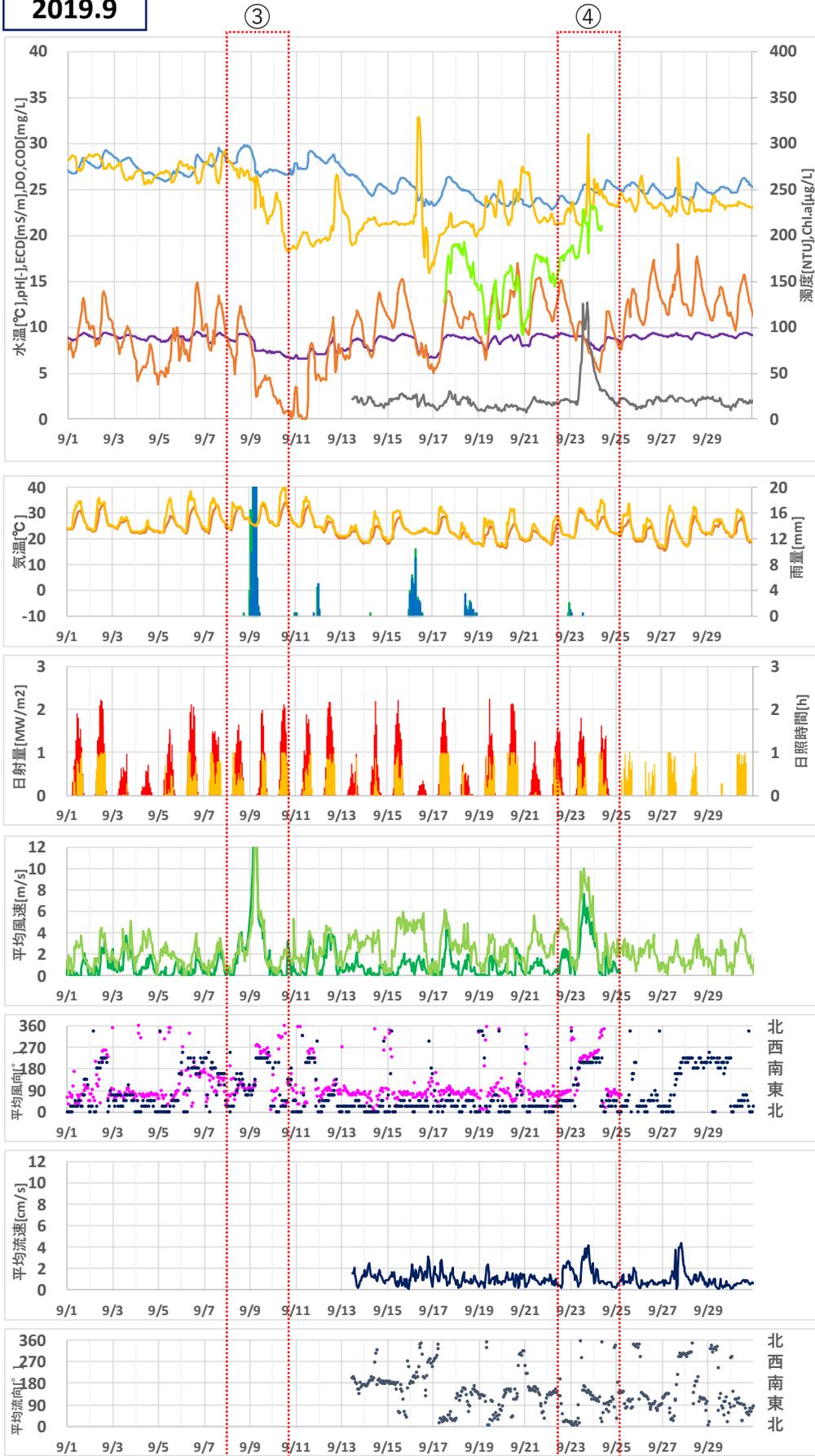


圖 2 連續調查結果 (2019 年 9 月)

2019.10

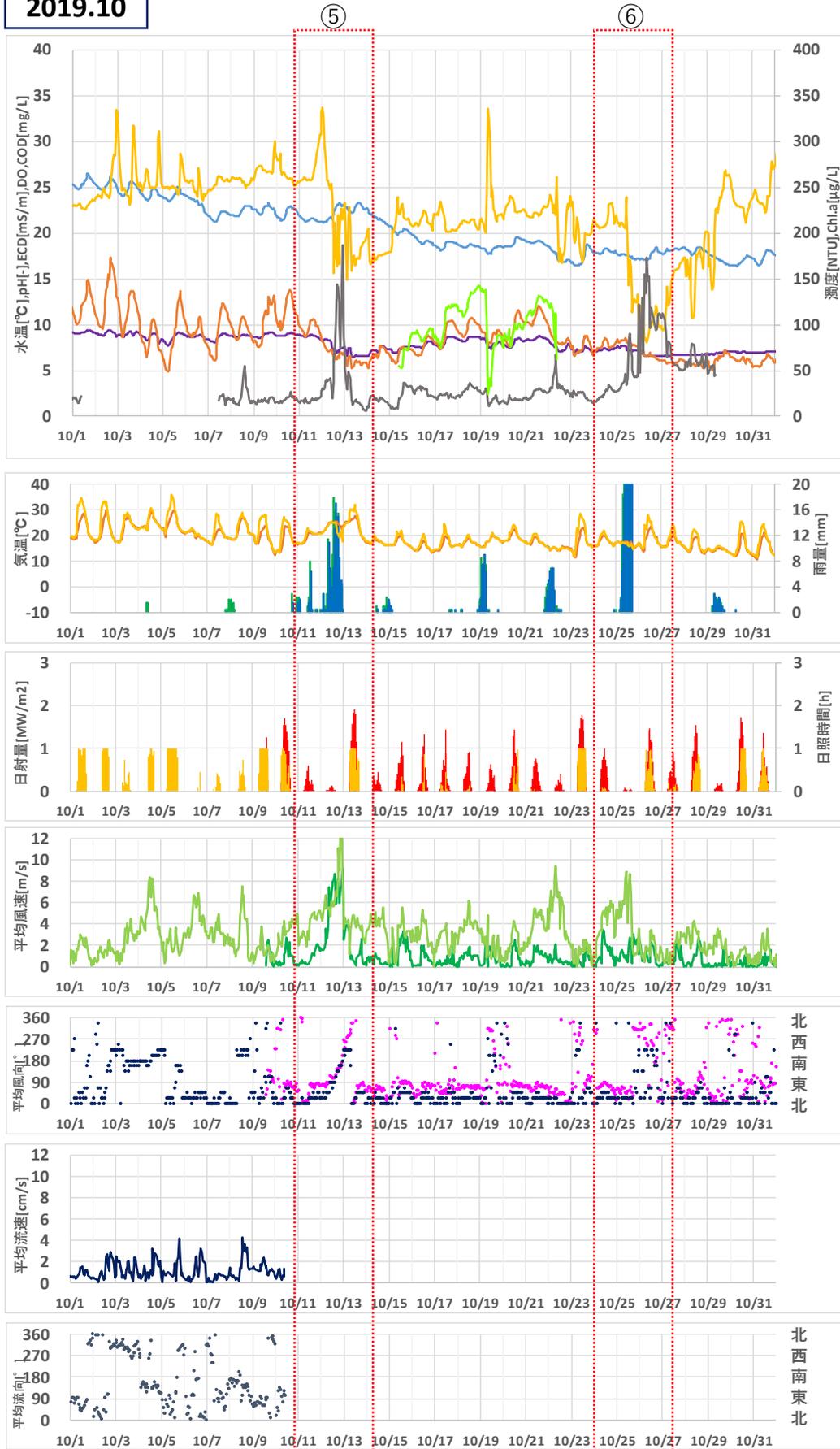


圖2 連續調查結果 (2019年10月)

2019.11

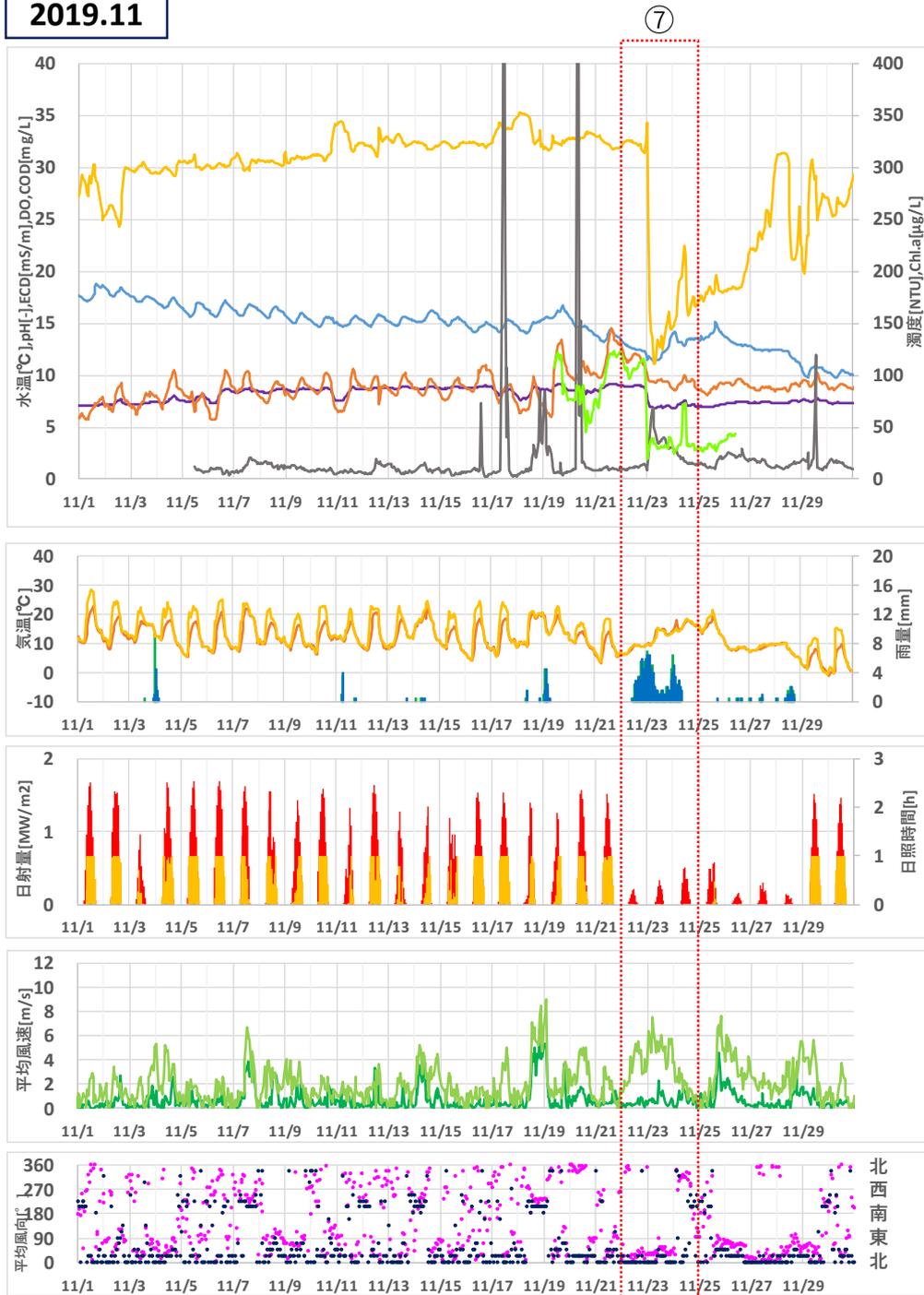


圖 2 連續調查結果 (2019 年 11 月)

2020.1

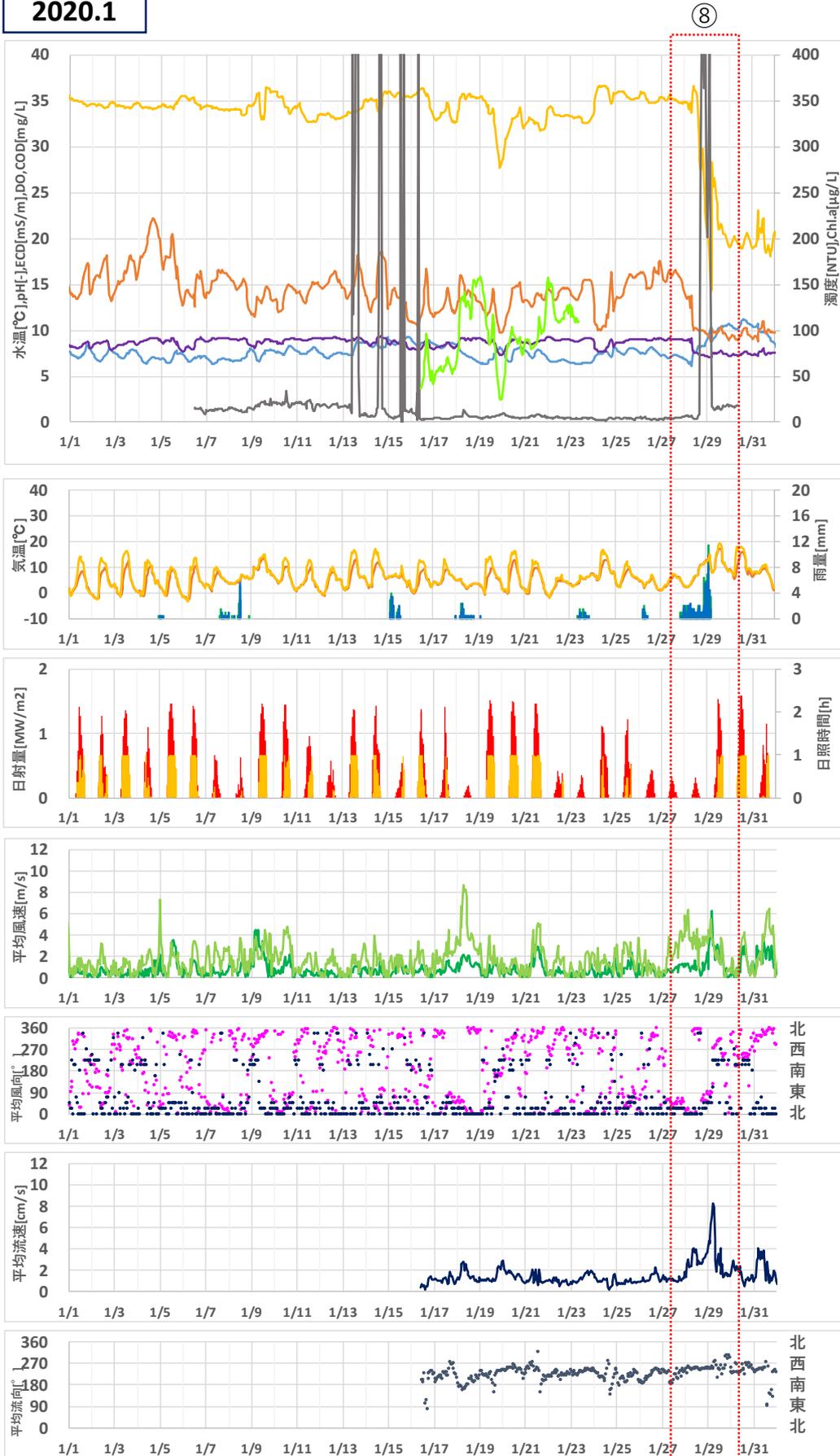
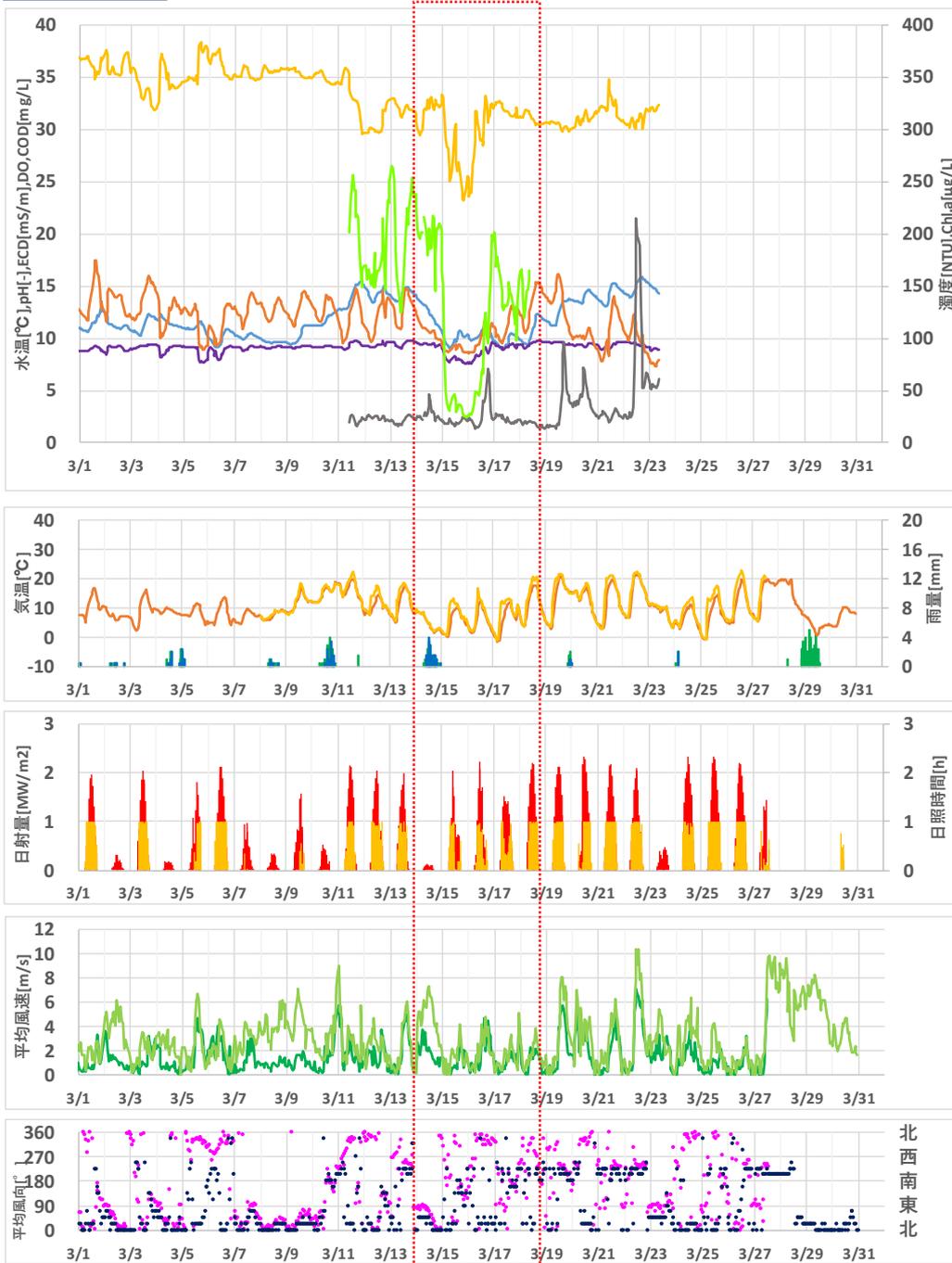


圖 2 連続調査結果 (2020 年 1 月)

2020.3

⑨



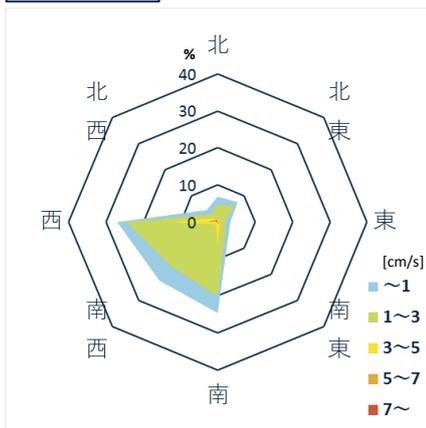
- | 多項目水質計測定データ | 気象調査地点 | 佐倉観測所 |
|---------------------|---------|----------|
| ● : 電気伝導度 [mS/m] | ● : 気温 | ● : 気温 |
| ● : 水温 [°C] | ● : 雨量 | ● : 雨量 |
| ● : pH [-] | ● : 日射量 | ● : 日照時間 |
| ● : 溶存酸素 [mg/L] | ● : 風速 | ● : 風速 |
| ● : クロロフィル a [µg/L] | ● : 風向 | ● : 風向 |
| ● : 濁度 [NTU] | | |

※電気伝導度及びクロロフィル a は補正值。

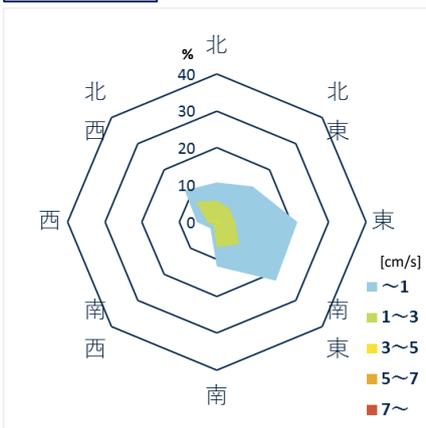
※クロロフィル a は設置から 7 日まで、濁度は設置から 14 日までの値のみ。

図 2 連続調査結果 (2020 年 3 月)

5/13 ~ 6/10



9/11 ~ 10/10



1/16 ~ 2/12

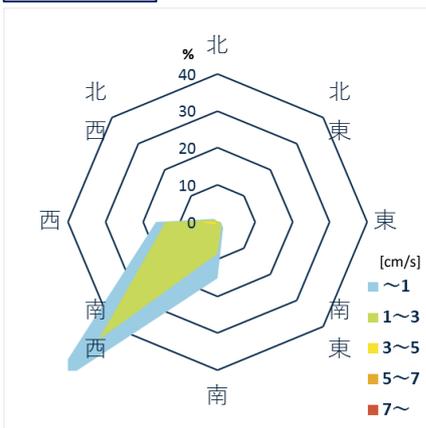
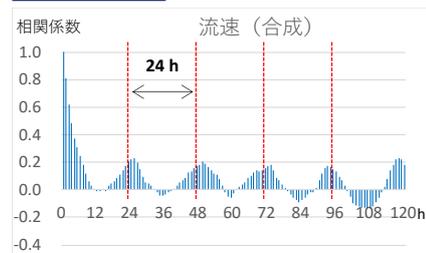
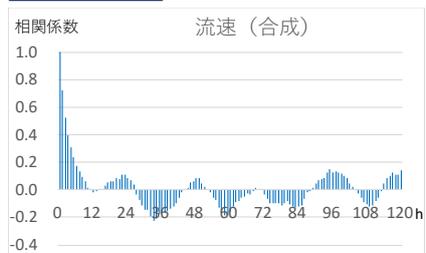


図3 流速・流向の出現頻度

5/13 ~ 6/10



9/11 ~ 10/10



1/16 ~ 2/12

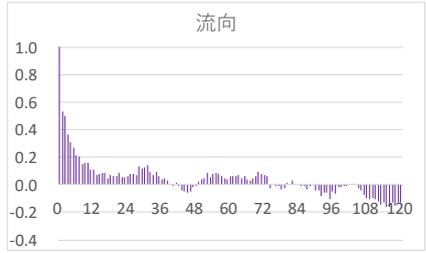
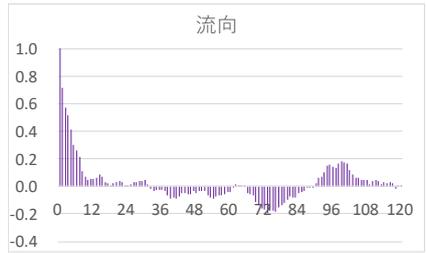
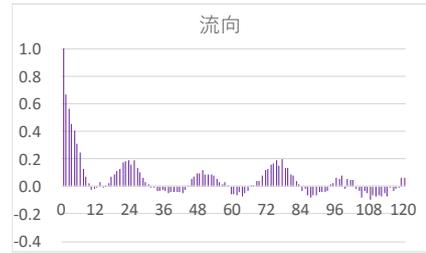
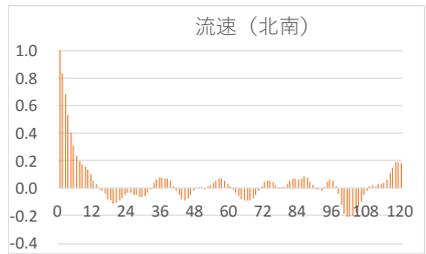
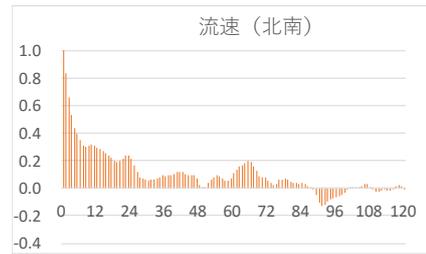
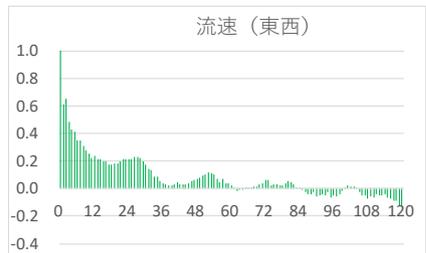
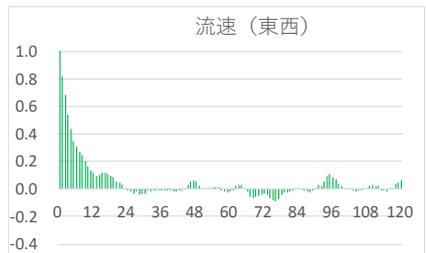
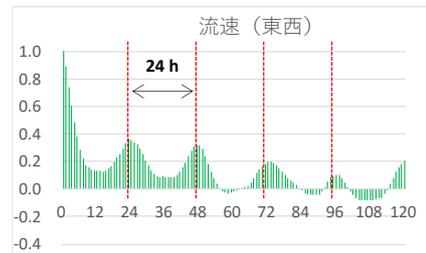
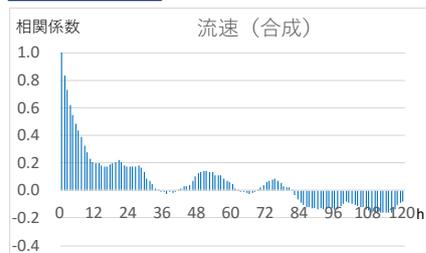
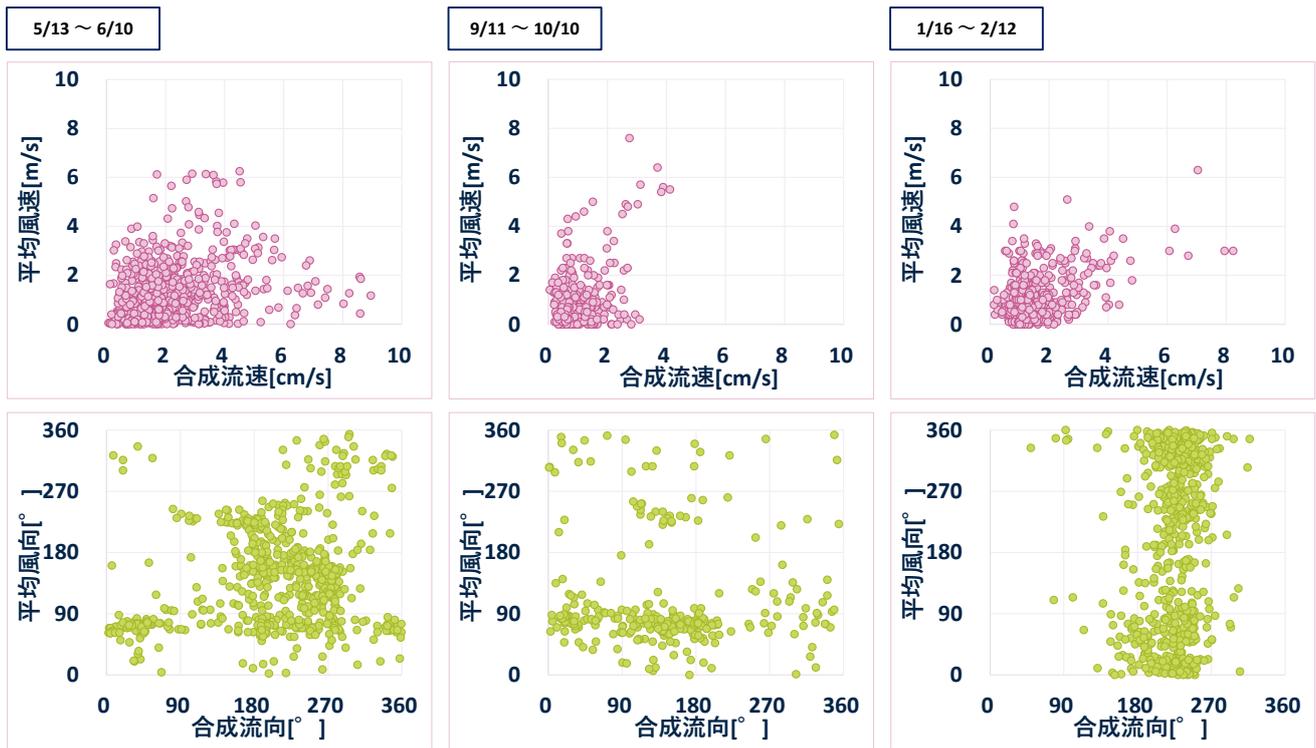


図4 流速・流向の自己相関



※風向及び流向は、北 0°，東 90°，南 180°，西 270°

図 5 風速と流速及び風向と流向の関係

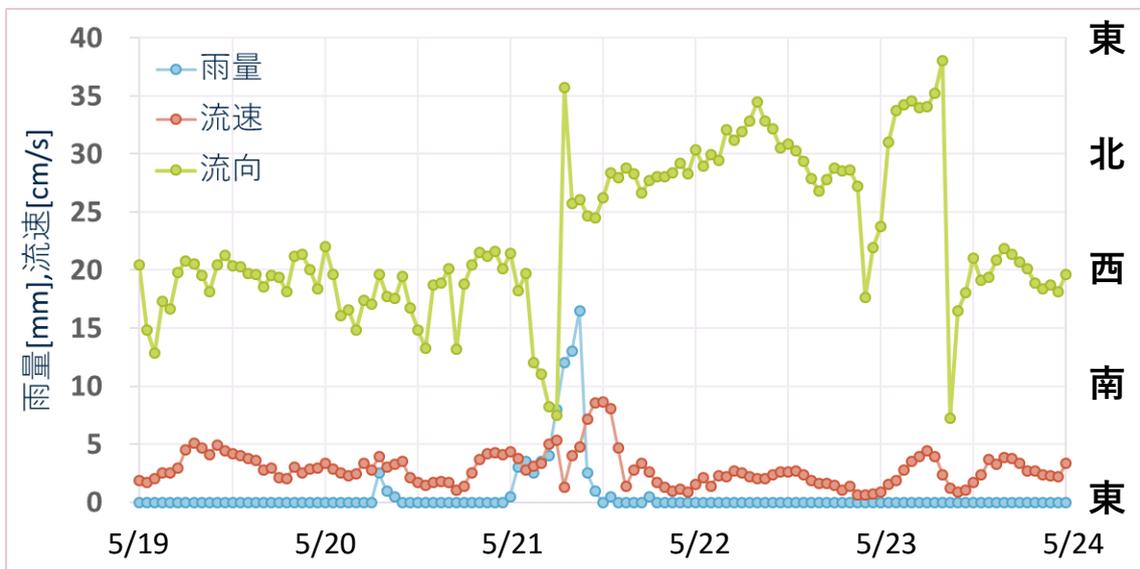


図 6 降雨による流速と流向の変化

引用文献

- 1) 千葉県：公共用水域水質測定結果及び地下水水質測定結果報告書（令和元年度）.
- 2) 星野武司，丹澤貴大，中田利明，横山新紀：印旛沼における連続水質調査について，第 35 回全国環境研究所交流シンポジウム予稿集，26-27（2020）.