

【3-A-14-4】

水質モニタリングに基づくお台場海水浴 予報システムの運用改善策の検討

○日本ミクニヤ(株) 徳岡 誠人・田中 晋
東京都港区芝浦港南地区総合支所 市橋 拓弥
NPO法人海辺つくり研究会 森田 健二
中央大学 古米 弘明

第57回日本水環境学会年会 2023愛媛大会 2023年3月17日(金) 14:45-15:00

1

研究目的

衛生面での安全性を確保して海水浴を継続的に実現するため、水浴の適・不適判断を行うための情報として糞便汚染状況の予測が必要。

お台場周辺域について、河川・ポンプ場・処理場から海域に放出されたCSOの影響を考慮して、大腸菌濃度変化を再現する3次元流動水質モデルが開発された。モデル計算は、専門知識や労力を多く必要とするため、水浴中の運用実績の報告はない。

リアルタイムにモデルを計算することなく、当該水域の大腸菌濃度から雨天時汚染状況を予測し、海水への顔つけ可否判断を予報するシステムの試行運用を実施し、その有効性を検証するものである。

2

はじめに

- ・港区は2014年～2019年にかけて、毎年夏に地域住民を主体とする実行委員会と共催で海水浴イベントを開催。
- ・2016年、2017年に水浴予報システムを検討し、2018年から試行中である。
- ・水浴場の水質基準を適用した水質モニタリングを実施し、予報システム運用により遊泳時の顔つけの可否等を判断。
- ・2020年および2021年はコロナ禍及び東京オリンピック・パラリンピック競技大会のため未開催、2022年の夏に再開。



【水浴予報システム】

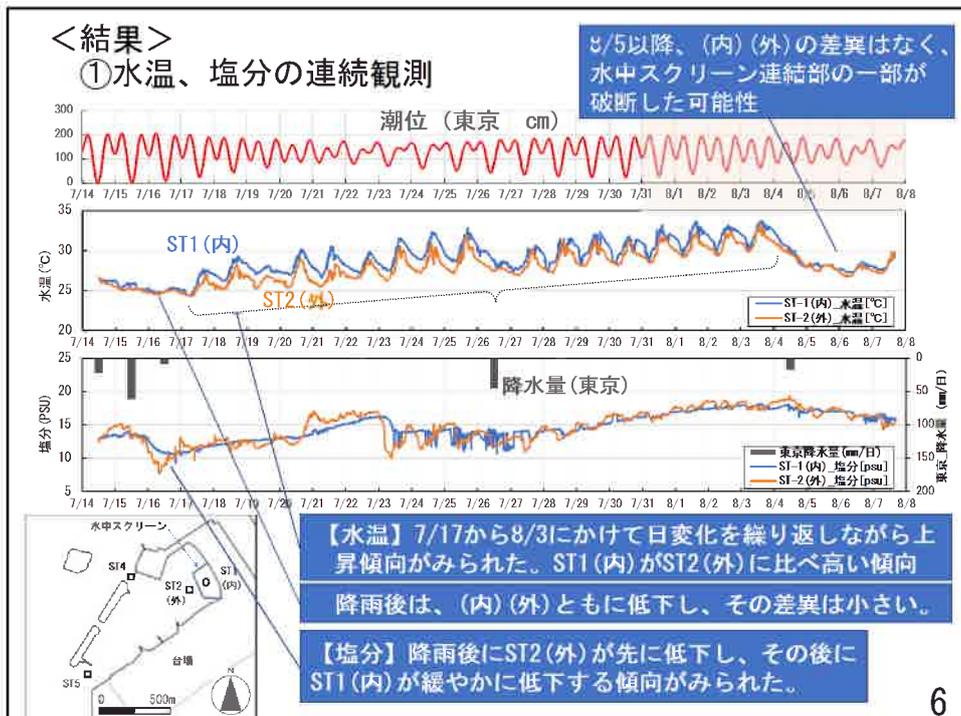
区部13箇所の降雨データから降雨を類型化して、類型化降雨ごとにお台場海浜公園における大腸菌濃度を事前予測できるデータベースを構築して、降雨タイプを推定することで大腸菌濃度の変化を予測して、海水浴可否を予報するシステムです。

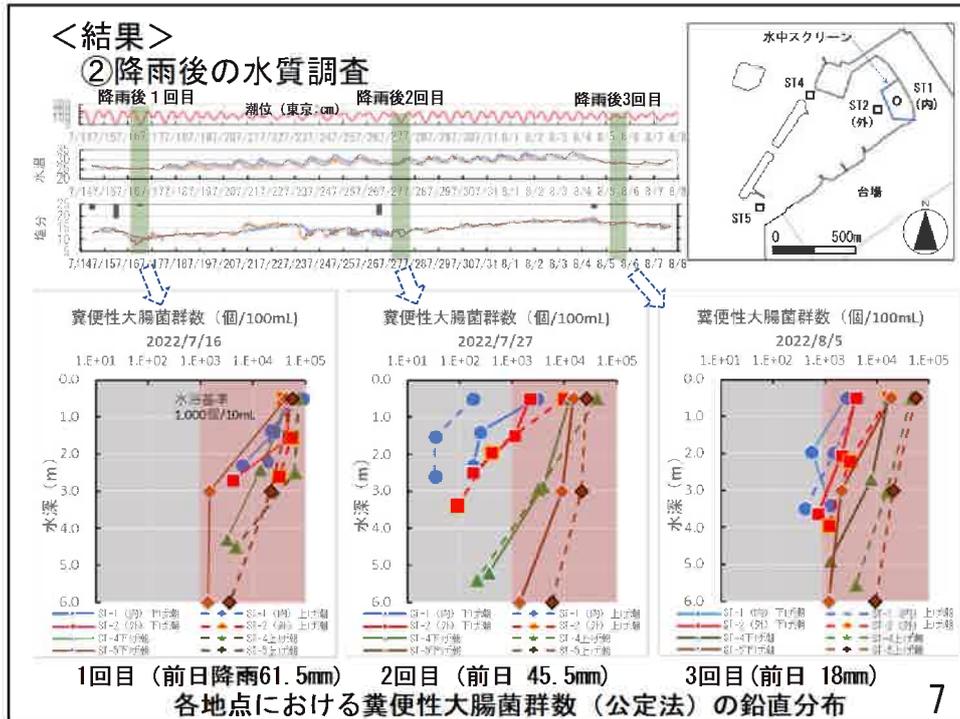
3

目次

- ・ 水質モニタリング
- ・ 海水浴予報システムの運用状況
- ・ 課題に対する改善策
- ・ 考察まとめ

4





7

②降雨後の水質調査

7月16日 1回目 (前日降雨 61.5mm(東京), 他16.5mm(練馬), 33mm(世田谷))

- ・全地点、全層、および上げ潮/下げ潮とも水浴基準を超えていた。
- ・各地点の表層は、39,000~90,000個/100mLの範囲で高い値を示した。
- ・水中スクリーンの(内)、(外)で明確な差はみられなかった。

降雨地域、降雨累計の違いで濃度上昇に影響

7月27日 2回目 (前日 45.5mm(東京))

- ・ST1(内)上げ潮時を除き、表層は2,200~42,000個/100mLの範囲を示し、水浴基準を超えていた。
- ・唯一、ST1(内)の上げ潮時は、全層で水浴基準を満足していた。
- ・表層、中層、下層の順に低くなる傾向がみられた。

単発の降雨、潮時(上げ潮/下げ潮)や地点の違いで鉛直分布に変化
水中スクリーンの(内)(外)で濃度差がみられたST1(内)<ST2(外)

8月5日 3回目 (前日 18mm(東京), 他39mm(練馬), 28.5mm(世田谷))

- ・全地点、表層で、2,600~58,000個/100mLの範囲で高い値を示した。
- ・イベント開催中であり、顔つけ「不可」であった。

降雨地域、降雨量の違いで濃度上昇に影響

8

水中スクリーンの効果

- ・水中スクリーンは、降雨後の雨天時流出水などに起因する表層浮遊物の流入防止機能が確認された。
- ・7月15日と8月4日の強い降雨後を除くと、内側が外側より糞便性大腸菌濃度が低いことから汚染水の流入防止効果があるものの、豪雨の際はスクリーンによる汚染水自体の流入防止効果は低下するものと推察される。

・7月16日の状況

スクリーン外側は、漂着物が多く確認された



スクリーンカーテン



スクリーン内側は、漂着物が無い状況であった



9

<結果>

③ イベント期間中の採水分析 (7/30~8/7)

	7/30		7/31		8/1		8/2		8/3		8/4		8/5		8/6		8/7	
	AM	PM																
採水時刻	11:28	14:13	11:18	14:12	11:13	14:02	11:08	14:05	10:59	13:54	11:32	14:00	11:09	15:27	10:54	14:02	11:08	14:05
透明度 (m)	0.4	0.3	0.4	0.3	0.6	0.4	1.1	1.0	1.3	0.5	0.8	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3
油膜	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
化学的酸素要求量 COD (mg/L)	8.1	8.6	7.9	8.9	8.1	8.3	6.4	6.8	5.9	5.6	4.5	4.1	5.2	5.9	5.9	5.7	8.6	9.7
糞便性大腸菌群・公定法 (100mL)	14	22	<2	6	<2	2	4	2	2	4	40	4	4,400	1,600	4,600	1,700	580	140
糞便性大腸菌群・改良法 (100mL)	249	288	73	131	10	120	146	303	41	160	181	183	3,654	1,658	4,611	1,935	882	384

黄色の網掛が水浴基準「不可」



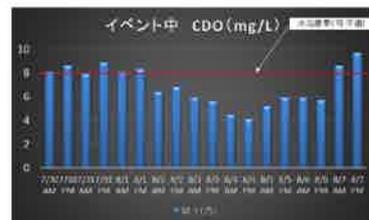
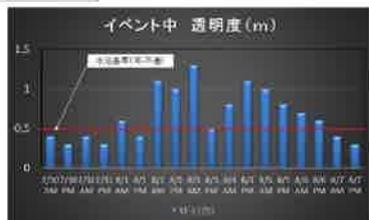
<透明度およびCOD>

7/30, 7/31, 8/1および8/7において「不可」と判定

透明度と油膜はその場で判断可能

<油膜>

イベント期間中は、全日「適」または「可」の判定



イベント開催中のST1 (内)における透明度、CODの結果と判定

10

③ イベント期間中の採水分析

水浴基準指標による判定

< 糞便性大腸菌群数 (公定法) >

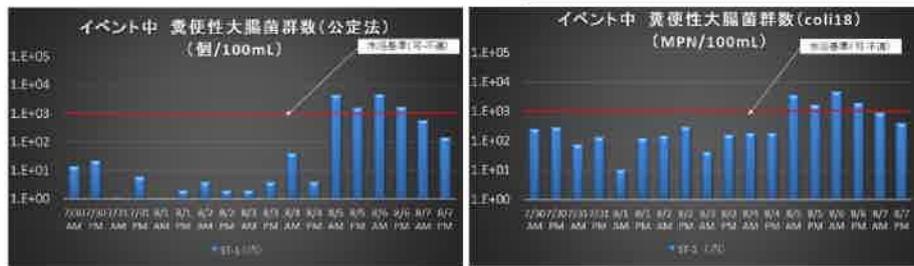
8/5, 8/6において「不可」と判定

GOD、糞便性大腸菌群数(公定法)はラボで処理を行うため、分析に時間を要するため、予報には使えない。

これと合わせ、コリラート(colilert-18)を用いた迅速定量分析による糞便性大腸菌群数 (coli-18 : MPN/100mL)は、

8/5, 8/6, 8/7が「不可」と判定

コリラートは、翌日の朝に速報として値が判るため、可否判断できる。



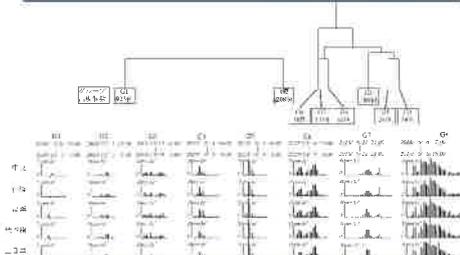
イベント開催中のST1(内)における糞便性大腸菌群数(公定法)とコリラートの結果と判定

11

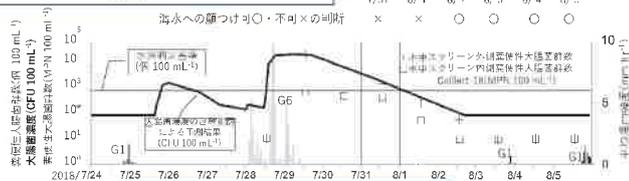
海水浴予報システムの運用状況

< システムの概要 >

降雨データをクラスター解析により類型化



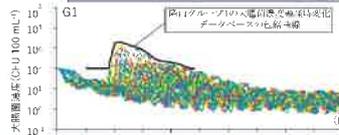
8つの降雨グループを代表する降雨イベントの時系列



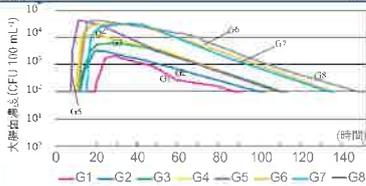
海水浴予報の試行運用結果

北山ら(2021)糞便汚染指標を基にしたお台場海浜公園における海水浴予報システムの試行運用から図を引用

降雨G1の大腸菌濃度の経時変化のデータベースと包絡線

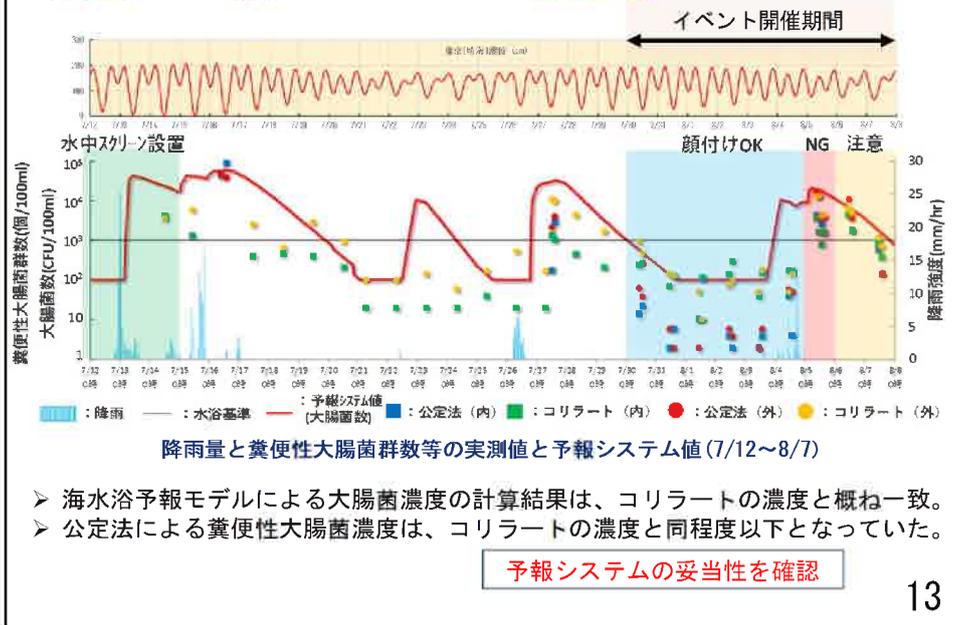


各降雨Gに対する大腸菌濃度変化の包絡曲線

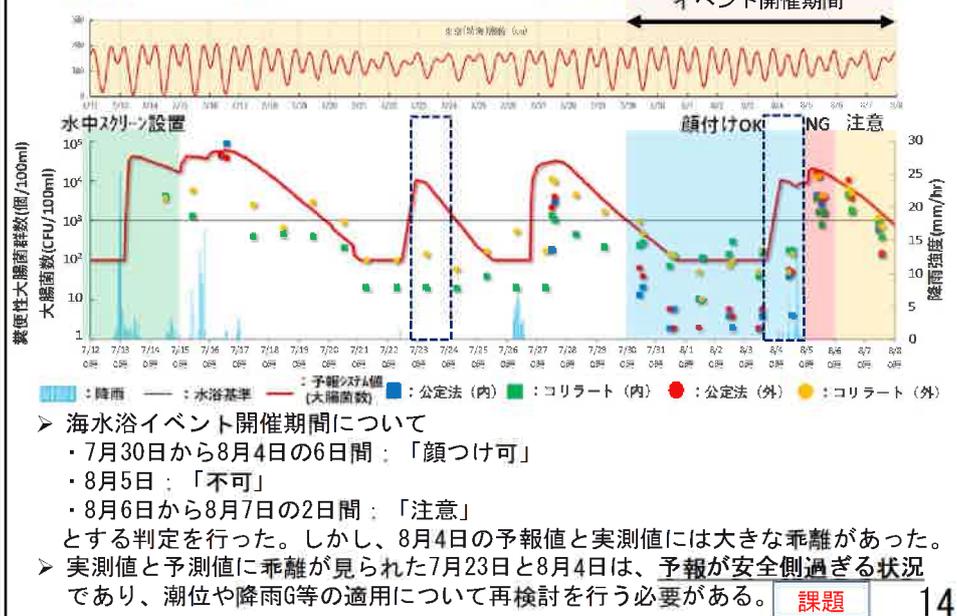


12

海水浴予報システムの運用状況



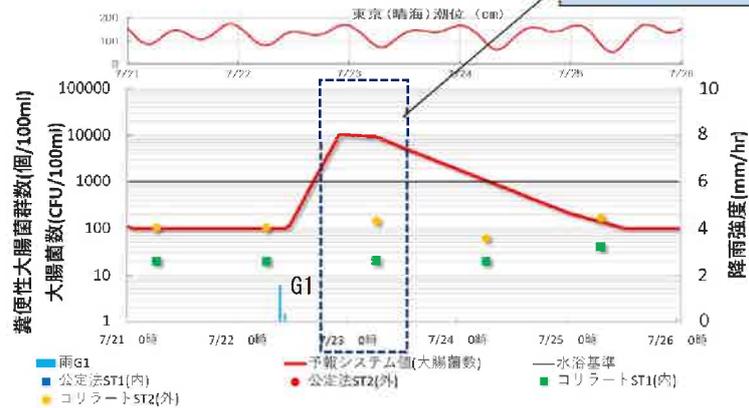
海水浴予報システムの運用状況



課題に対する改善策

<課題1> 7/22 小降雨後の濃度上昇が無いケース

- ・ 日降雨量 1.53mm/日 (13地点の平均値)
- ・ 降雨分類 G1 1.55mm/hr, 0.36mm/hr (9時~10時)
- ・ 潮まわり 小潮期→長潮期



15

課題に対する改善策

<課題1> 小降雨(7/22, 8/4)後の濃度上昇の相違

- ・ 弱い降雨(降雨グループ1およびグループ2)に関して、雨天時越流水発生の有無や、越流発生源までの距離等を考慮した降雨の再分類を行うことが求められる。

<課題2> 予報システム値の強い濃度低下傾向

- ・ 大腸菌の死滅に影響する日射量条件のモデル計算における設定について再検討が必要である。

<その他> 他の流入源の影響

- ・ お台場海浜公園やその周囲に雨水管が確認されたことなどから、その影響の有無を精査する必要がある。

16

考察とまとめ

①海水浴予報システムの評価

予報システムの大腸菌濃度値は、水質のモニタリングによる測定値と概ね整合しており、水浴可否の判断に適用できる。

②小降雨における予報システムの改善の必要性

小降雨後における予報値と測定値の食い違いについては、雨天時越流水の発生の有無、その発生箇所位置等を考慮した降雨の再分類が必要である。

予報システム値の低下傾向が強い（減衰の勾配が急な）ことから、大腸菌の死滅に影響する日射量の条件のモデルにおける設定について再検討をする必要がある。

③水中スクリーン設置の改善策

予報システムに組み込まれていない流入負荷の考慮、水中スクリーンの効果について、さらに精査する必要がある。 17



18



19

補足資料
水中スクリーン



展張状況



接続部 (隙間)



接続部 (攪拌湧昇)



イベント開催中



イベント開催中

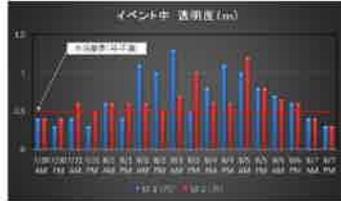
設置系

海面下0.5m (GT計)

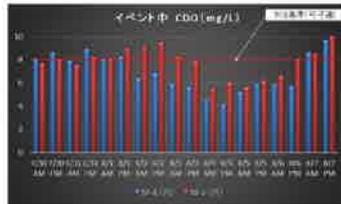


20

補足資料 イベント中の水浴指標



<透明度>
水浴に不適
可
適



<COD>
水浴に不適
可
適

21

補足資料

公定法とColilert-18を用いた迅速定量分析

糞便性大腸菌群数
(公定法)

単位：個/100mL

1. 直径47mmの円形、孔径0.45μmのろ紙（メンブランフィルター）にて試料50mLを吸引ろ過する。
2. ろ過したのち、滅菌ペプトン液（1回に約30mL）を用いて、ろ紙を2～3回洗浄し、吸引ろ過をする。
3. 試料をろ過したろ紙を培地（M-F0 寒天平板）上に気泡が出来ないように密着させ、44.5°Cに調整した恒温器に入れ、24時間培養をする。培養後、拡大鏡を用いてメンブランフィルター上に発生した青色で光沢をもったコロニーを数え、糞便性大腸菌群数を算出する。

糞便性大腸菌群数
(Colilert-18を用いた迅速定
量分析)

単位：MPN/100mL

※MPNはMost Probable Numberの略で最確数法により推定された値であり、公定法の個数と比較可能なものである。

1. 100mLの試料が入ったネジ口瓶にColilert-18の試薬を入れる。
2. 試薬が完全に溶けたのを確認し、QTトレイに注ぎ入れる。
3. 180°Cに設定した密封機械にQTトレイを通し、各ウェル（くぼみ）に検水を封入する。
4. 44.5°Cに調整した恒温器に入れ、18時間培養をする。
5. 糞便性大腸菌群により発色酵素基質OPNGが代謝され、黄色に着色したウェルの数をカウントし、最確数表より糞便性大腸菌群数を算出する。



QTトレイ

22

水質モニタリング

<方法>水中スクリーン設置期間に実施

①水温、塩分の連続観測
ST1(内), ST2(外) 海面下0.5m

②異なる降雨後の水質調査
4地点*2潮時*3回 採水分析/機器測定/目視観察

③海水浴イベント期間中の採水分析
ST1(内), ST2(外)
9日間毎日*2潮時 採水分析/目視観察
翌日、結果に基づく水浴可否の判断



水中スクリーン



<その他>

下水道台帳に未記載の放流口が複数ある



海上保安庁棧橋



国際クルーズ船棧橋



お台場海浜公園内



課題に対する改善策

<その他> 水中スクリーンの設置方法

- ・ただし、潮位上昇時にはカーテンと海底との間にすき間ができること、継ぎ目箇所など完全に遮断できていないことから、設置方法にも留意する必要がある。



接続部（すき間）



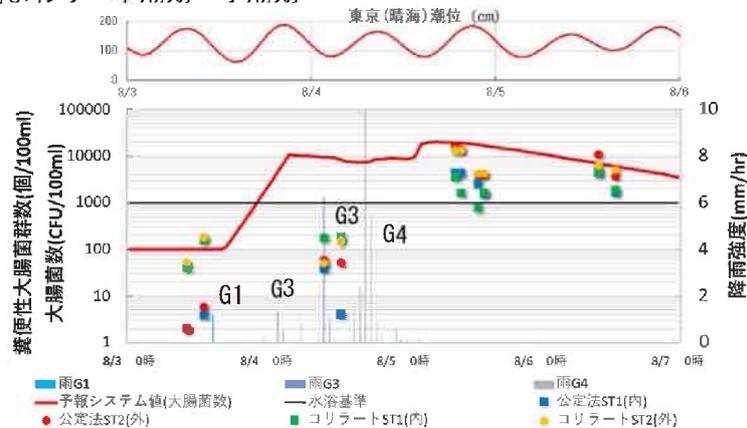
接続部（湧昇）

25

課題に対する改善策

<課題2> 8/3 小降雨後の濃度上昇が無いケース

- ・日降雨量 〇〇mm（13地点の平均値）
- ・降雨分類 G1 1.18mm/hr（15時）
- ・潮まわり 中潮期→小潮期



26

課題に対する改善策

<課題2> 8/3 小降雨後の濃度上昇が無いケース

但し、8/4 降雨分類 G3

1. 36, 0. 55, 1. 09, 0. 09, 6. 27, 1. 09, 0. 09mm/hr (2時～12時)

8/4 降雨分類 G4

1. 73, 2. 36, 14. 2, 5. 45, 1, 0. 27mm/hr (15時～20時)

は、翌日の濃度上昇に大きく寄与