



### 2.3. 貧酸素水塊の判定基準

東京都環境局の報告より2010年の赤潮発生期間を表-1にまとめた<sup>3)</sup>。本研究では貧酸素水塊判定基準をDOが30%以下と定義した。

表-1 2010年赤潮発生まとめ<sup>5)</sup>

5/17-5/22	5/25-5/28	6/3-6/13	6/17
6/24-7/10	7/13-7/28	7/31-9/7	10/5-10-8

### 3. 解析結果

2010年5月~7月の千葉港波浪観測塔におけるDOの時系列鉛直コンター図と日射、降水量の比較図を図-2, 3, 4に示す。一般に赤潮期間中は表層の植物プランクトンが光合成することによって表層DOが増加する。解析期間内の赤潮発生時においても100%~200%まで増加し、過酸素状態となっていた。日射と降水量のグラフからは赤潮期間中では日射量が強くなっていることがわかる。赤潮発生の1~5日前には降雨が確認でき、河川からの栄養塩が増加していることが示唆される。

表-2 新基準2010年赤潮発生まとめ

5/1-5/6	5/8-5/11	5/15-5/24	5/31-6/8	6/12-6/15
6/17-6/18	6/22-6/26	6/29-7/6	7/16-7/27	

赤潮期間中にも関わらずDOの値が低い期間があった。東京都では赤潮判定基準がクロロフィル-aの値が50 $\mu\text{g/L}$ 以上とされているため、植物プランクトンは存在しているが日射量が少なく光合成が活発に行われていなかったと考えられる。また、赤潮期間外でもDOの増加が激しい期間があり、矛盾が生じている。底層では5/24, 5/31, 6/10, 6/15, 6/25, 6/30, 7/6, 7/26においてDOが30%以下となり貧酸素化していることがわかる。貧酸素水塊は2~3日続いた後、収束する。比較図から貧酸素化する1~2日前に降雨などにより日射量が低下していたことがわかった。降雨と日射量の低下があると、赤潮の収束に繋がると考えられる。

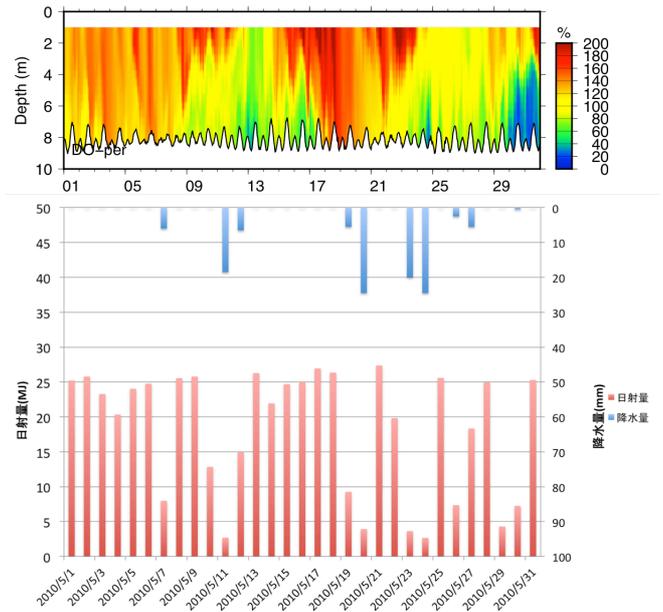


図-2 5月における日射量と降水量の時系列変化

### 4. 考察

#### 4.1. 赤潮判定基準

東京都の公表している赤潮期間外でもDOの増加が激しい期間があったことから矛盾があると考えた。そこで東京都の公表している2010年~2013年のすべての赤潮発生期間での表層DOの平均をとり、140%以上であることを新たな赤潮判定基準として設定した。その基準を用いて新たに提案する2010年の赤潮発生期間を表-2に示す。以降、赤潮発生期間は表-2の期間とする。

#### 4.2. 赤潮予測システムの構築

連続データの解析によって得られた知見を元に降

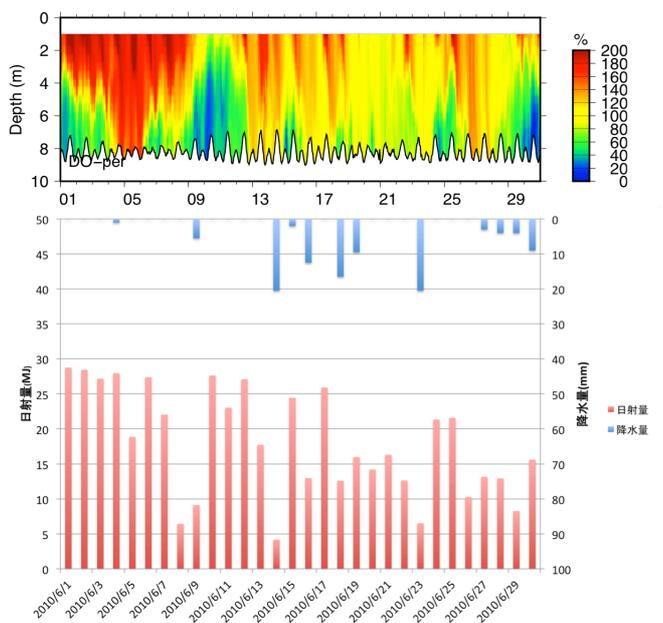


図-3 6月における日射量と降水量の時系列変化

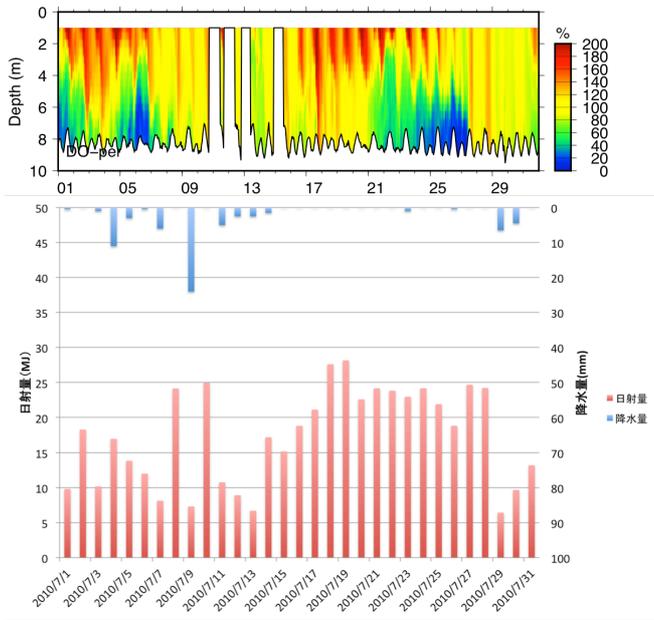


図-4 7月における日射量と降水量の時系列変化

水量と日射量から赤潮発生予測システムを構築する。表-2から赤潮発生日においてその1~5日前での降水量の合計を調査した結果、平均値が30mmであった。赤潮発生期間中の日射量の平均値は18MJ/dayであった。これらのデータから次のような判定基準を設定した。

- 1) 過去2日の日射量の平均が15MJ/day以上である。
- 2) 過去6日間で降水量の合計が30mm以上である。

上記の基準を満たした場合に赤潮発生と予測判定することとした。

#### 4.3. 赤潮予測システムの適用

2010年~2013年の5月~10月の全763日において赤潮予測システムを適用した。予測結果の一例を表-3に示す。実際に赤潮が発生したのは351件である。一方、予測した赤潮は140件であった。これらの中で予測が適中したのは52件であり、的中率は37.1%という結果となった。降水量のみの的中率は高かったが、日射量のみの適中率が低かったため赤潮予測の適中率が下がったと考えられる。過去2日の日射量が強い場合でも翌日には日射が弱くなるケースが多く見られた。また、東京湾で赤潮が発生すると数日間継続する傾向が強いため、継続を考慮したシステムに改良する必要がある。予測した赤潮は実際に起きた赤潮の半分以下の件数であったため基準

を再考すべきであると考えた。

#### 4.4. 貧酸素水塊の形成

図-7.8.9から、千葉港波浪観測塔の5/24, 5/30-5/31, 6/9-6/10, 6/15, 6/30-7/1, 7/5-7/6では底層DOが30%以下になり貧酸素化していることがわかる。これらの期間では直前に日射量が10MJ/day以下になっており、降雨に伴い日射が弱い日であることがわかった。また、日射量が弱くなると表層の植物プランクトンの光合成も弱まるため表層DOが低下し、赤潮が終息したと言える。赤潮期間中で他にも日射量が10MJ/day以下になる日が見られた。これらは底層DOが30%以下ではなく貧酸素水塊と言えないが、底層のDOが急激に低下していることから貧酸素化に向かっていることがわかる。

表-3 赤潮予測の一例

日付	実際	予測	適中
2010/6/20	-	-	-
2010/6/21	-	○	失敗
2010/6/22	○	○	成功
2010/6/23	-	-	-
2010/6/24	○	○	成功
2010/6/25	○	○	成功
2010/6/26	○	-	-
2010/6/27	-	-	-
2010/6/28	-	-	-
2010/6/29	○	-	-
2010/6/30	○	-	-
2010/7/1	○	-	-
2010/7/2	○	-	-
2010/7/3	○	-	-
2010/7/4	○	-	-
2010/7/5	○	-	-
2010/7/6	○	-	-
2010/7/7	-	-	-
2010/7/8	○	-	-
2010/7/9	-	-	-
2010/7/10	○	○	成功
2010/7/11	○	○	成功
2010/7/12	-	○	失敗
2010/7/13	○	○	成功
2010/7/14	-	○	失敗
2010/7/15	-	○	-
2010/7/16	○	-	-
2010/7/17	○	-	-
2010/7/18	○	-	-
2010/7/19	○	-	-
2010/7/20	○	-	-

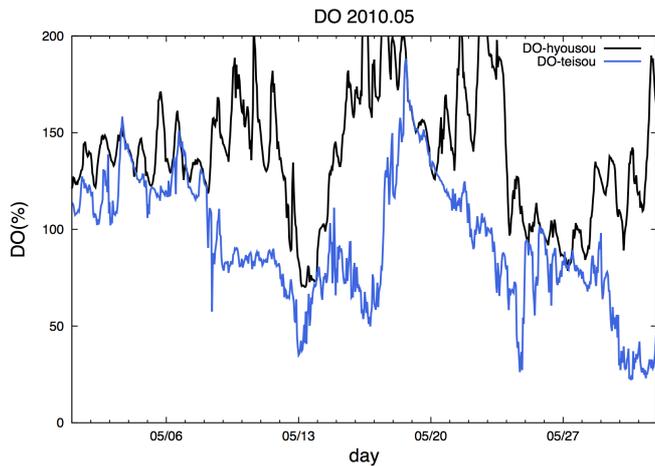


図-7 5月における表層 DO と底層 DO の時系列変化

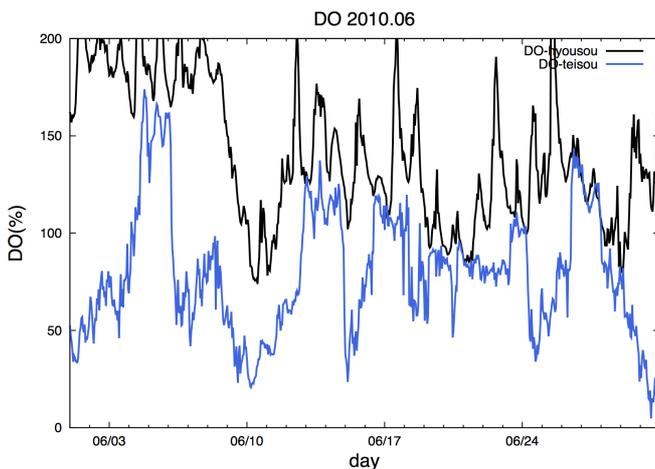


図-8 6月における表層 DO と底層 DO の時系列変化

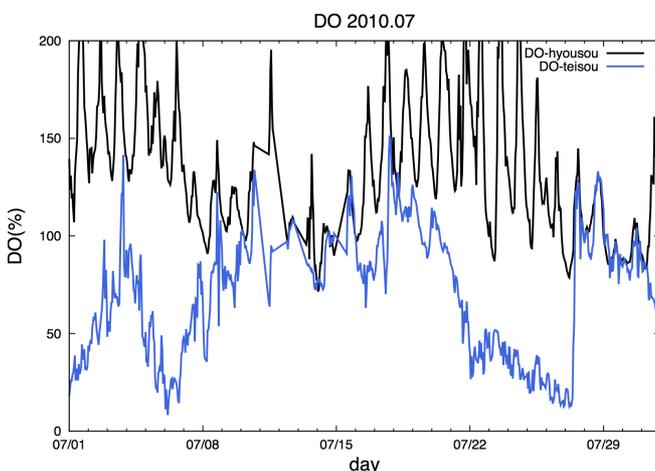


図-9 7月における表層 DO と底層 DO の時系列変化

## 5. 結論

東京湾の赤潮について 2010 年~2013 年の気象、自動水質観測データを解析することによって以下の知見が得られた。

- 1) DO を用いた新たな赤潮判定基準として、東京都の公表している 2010 年~2013 年の赤潮発生期間での表層 DO の平均をとり、140%以上である

ことを提案した。

- 2) 開発した赤潮予測システムを 2010 年~2013 年の期間で適用したところ赤潮適中率は 37.1%という結果となった。的中率を上げるためには日射量の判定基準を改良する必要がある。
- 3) 赤潮発生中に日射量が 10MJ/day 以下になる日があると直後に底層の貧酸素化が始まり、貧酸素水塊形成へと繋がること示された。2010 年 5 月~7 月における 9 件の赤潮で 4 回メカニズムが確認できた。

謝辞: 国土交通省関東地方整備局環境事業センターからは自動水質観測データに関して貴重な情報をいただきました。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 鯉淵幸生, 五明美智男, 佐々木 淳, 磯部雅彦: 現地観測に基づく春季の東京湾における赤潮発生機構, 海岸工学論文集, 第 47 巻, pp.1071-1075, 2000.
- 2) 堤裕昭: 有明海奥部における大規模な赤潮の発生とその発生メカニズムと原因, 沿岸海洋研究, 第 49 巻, pp.165-174, 2012
- 3) 石井光廣, 大畑聡: 東京湾の水質と貧酸素水塊の変動, 沿岸海洋研究, 第 48 巻, pp.37-44, 2010
- 4) 国土交通省関東地方整備局, 東京湾環境事業センター, <http://www.tbeic.go.jp>, 2015-08 閲覧.
- 5) 東京都環境局, [http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/water/tokyo\\_bay/red\\_tide/](http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/water/tokyo_bay/red_tide/), 2015-08 閲覧.
- 6) 気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>, 2015-08 閲覧.
- 7) 千葉県水産総合センター, <https://www.pref.chiba.lg.jp/lab-suisan>, 2015-08 閲覧