

霞ヶ浦は気候変動の影響を受けているの？ ～水質および植物プランクトンのレジームシフト解析～

湖沼環境研究室 小室 俊輔

研究の概要 本研究では、霞ヶ浦の長期的な水質変動・生態系について新たな時系列解析手法である『レジームシフト解析』を行い、地球温暖化や数十年規模の変動等の気候変動が霞ヶ浦の水質・生態系に与える影響について検討を行った。解析の結果、湖心の水温は、夏季・冬季ともに気温より上昇幅が大きく、地球温暖化の霞ヶ浦の水温への影響が示唆された。また、レジームシフト解析の結果から、これらの変動時期は、PDOの時系列変動と概ね一致し、数十年規模の気候変動が、霞ヶ浦の水質・生態系のレジームシフトに影響を及ぼしていることが示唆された。

背景

霞ヶ浦は広く浅い特徴を持つ湖である。流域での様々な水質汚濁防止対策により流入河川の水質は改善しているが、湖内の水質(COD, TN, TP)は横ばい傾向であり、長期的かつ詳細な要因は解明できていない(図.1-2)

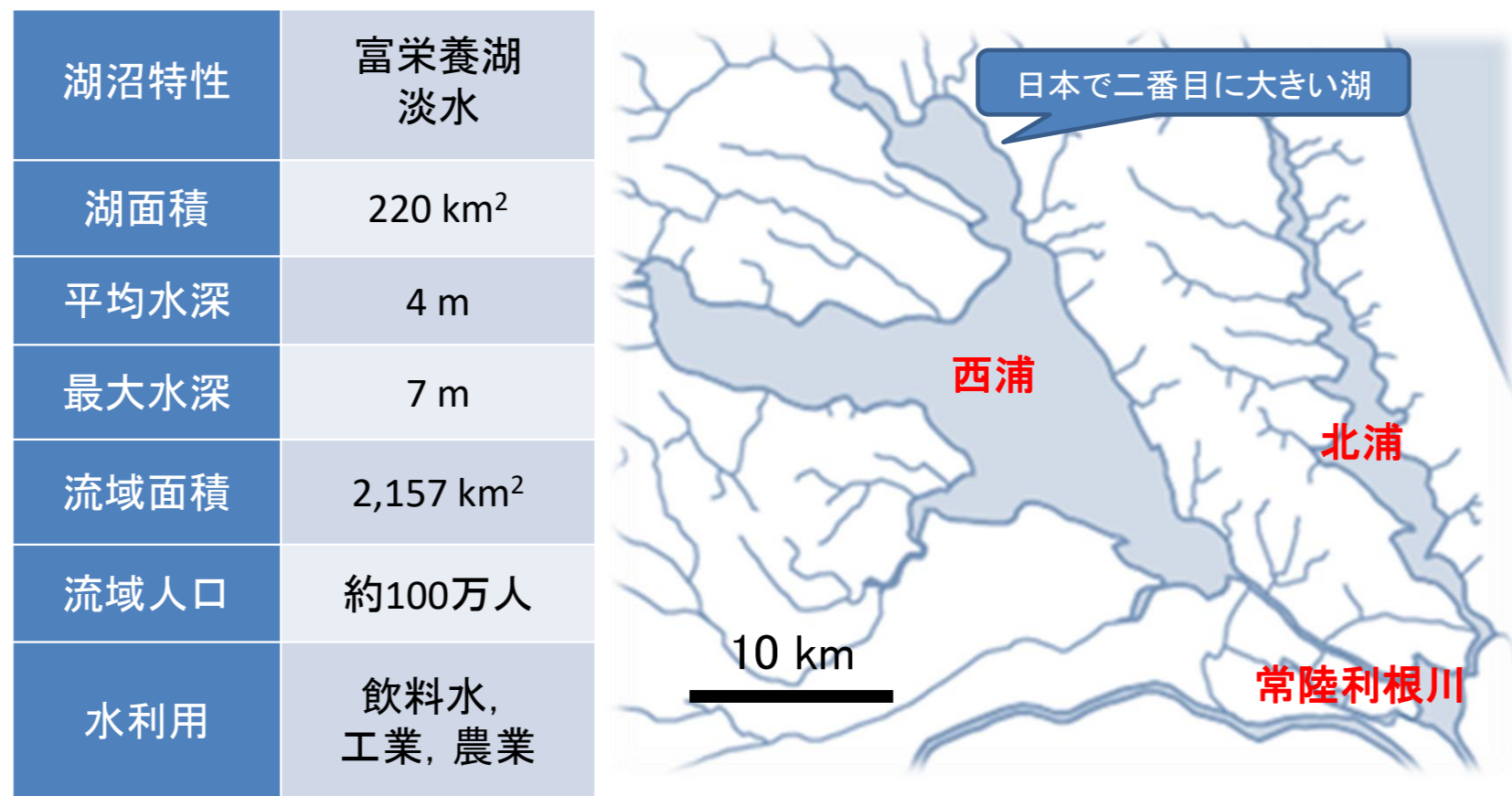


図.1 霞ヶ浦の概要

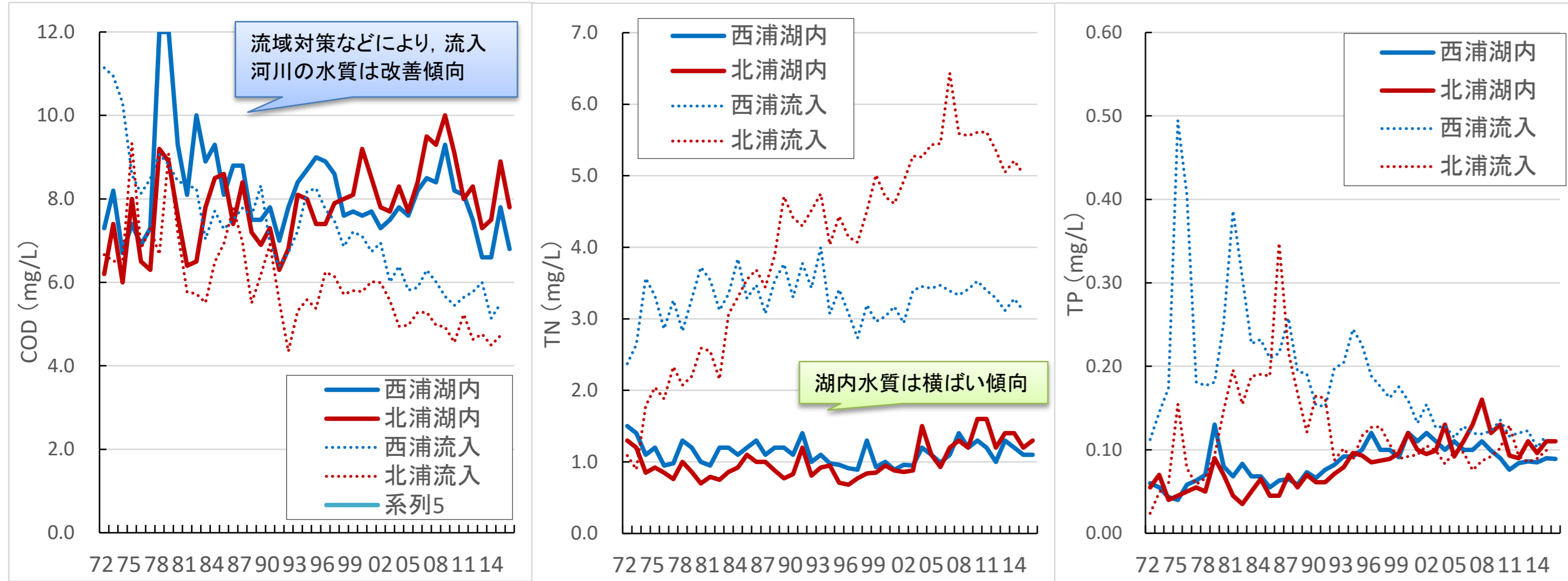


図.2 霞ヶ浦(西浦及び北浦)における湖内及び流入河川における長期的水質変動

霞ヶ浦における植物プランクトン(藻類種)の変遷は、数年から数十年周期でのレジームシフト様の変化があり、非常に特徴的である(図.3)

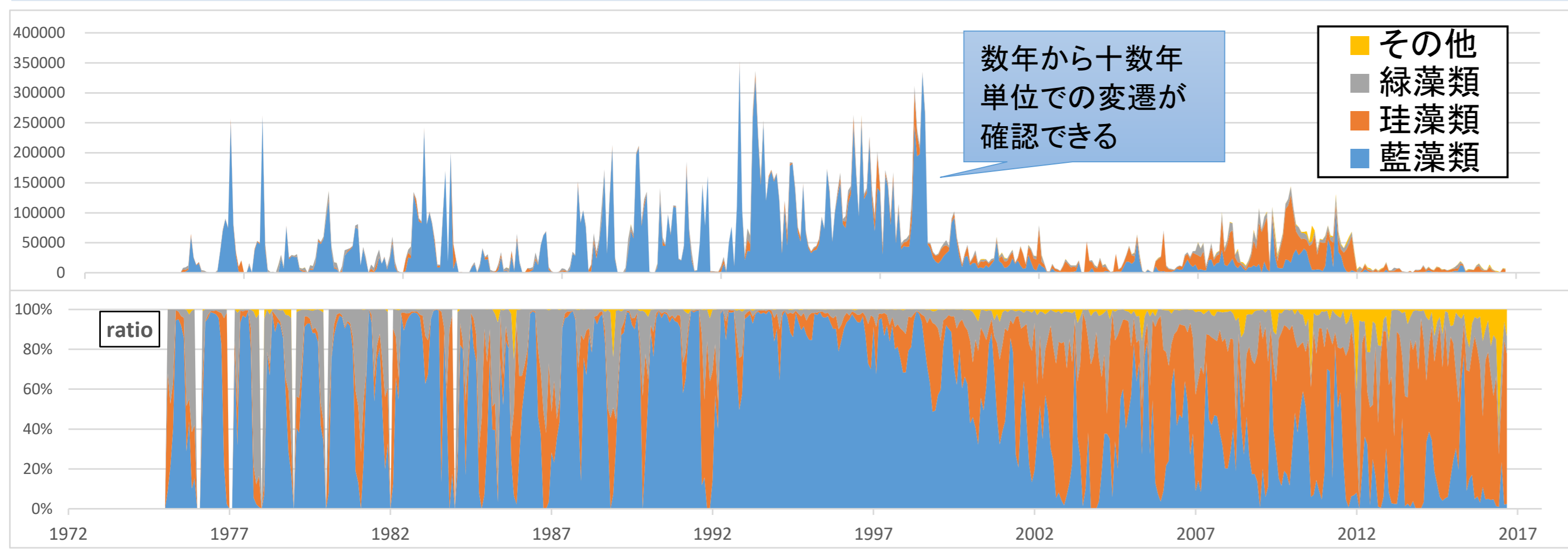


図.3 霞ヶ浦における植物プランクトン(藻類種)の変遷

目的

2014年のIPCCでは、気候変動が自然や人間システムに影響を及ぼすと報告(図.4)。気候変動には、数十年規模で変化するものもある。

本研究では、霞ヶ浦の長期的な水質変動・生態系について新たな時系列解析手法である『レジームシフト解析』を行い、地球温暖化や数十年規模の変動等の気候変動が霞ヶ浦の水質・生態系に与える影響について検討を行った。

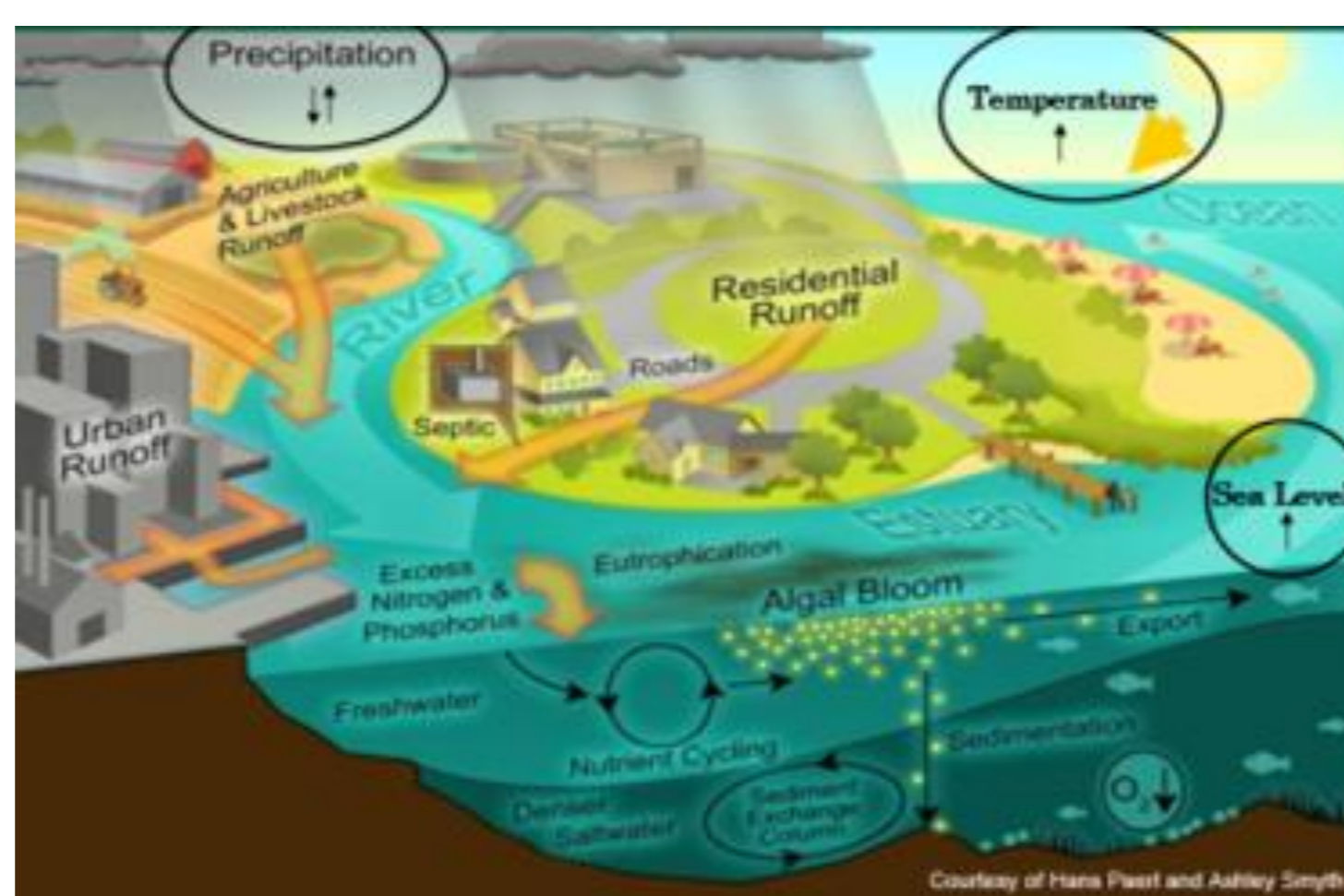


図.4 気候変動の影響

reference : <http://slideplayer.com/slide/9875397/>

方法

1 使用データ

水質データは、霞ヶ浦(西浦及び北浦)の湖内6地点の環境基準点における1972年から2016年までの約45年間の公共用水域水質測定結果を用いた。(図.5, 表.1)

気象データは、気象庁の観測データ(霞ヶ浦近傍の土浦及び銚田)を、また、気候変動を示すデータとして十年～数十年規模の変動がある太平洋十年規模振動(PDO: Pacific Decadal Oscillation)を用いた。

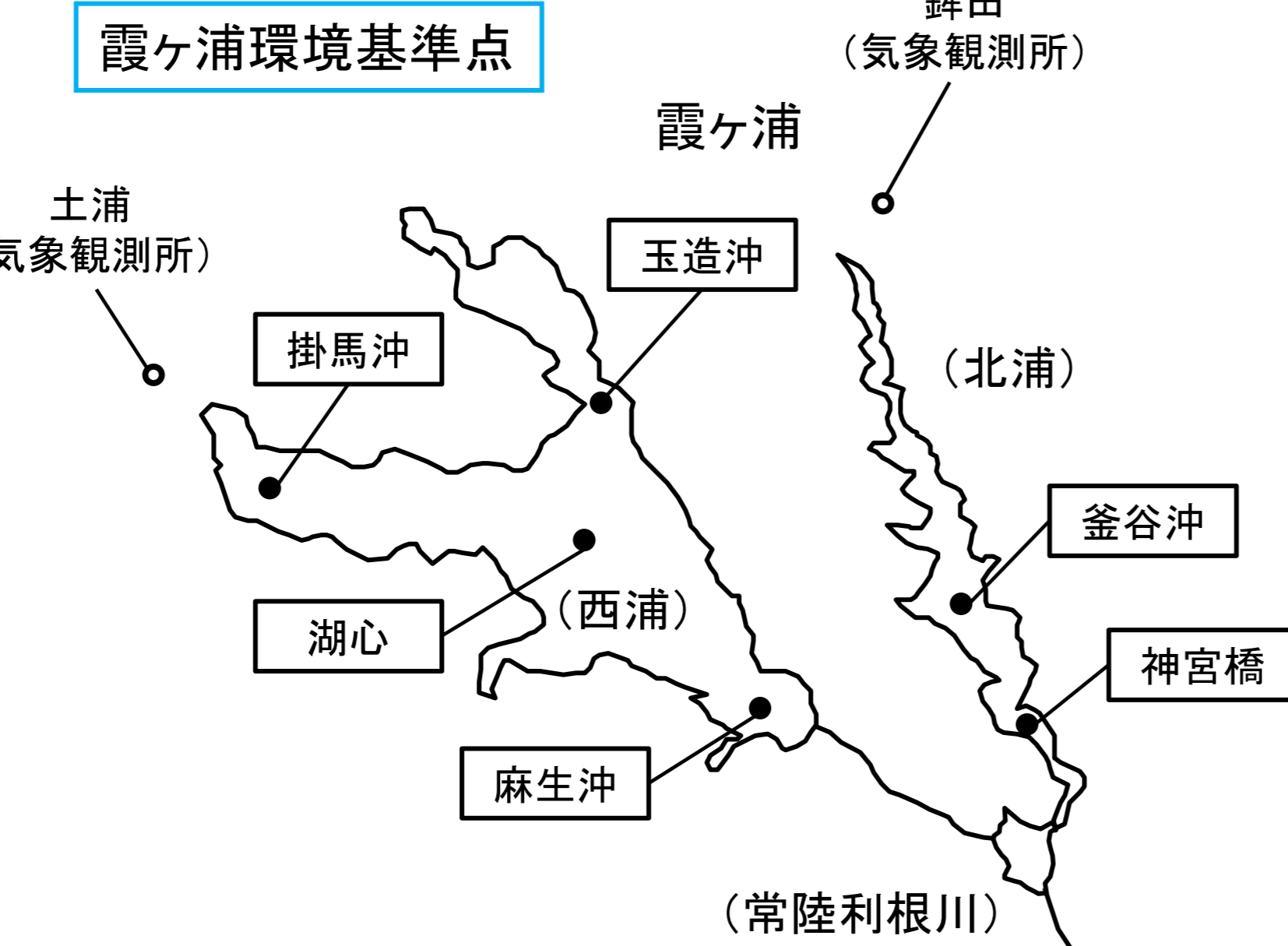


図.5 採水地点及び気象観測地点

表.1 使用データ

水質 water quality data	SD(secchi depth), COD, SS, TN, TP, Chl.a
植物プランクトン phytoplankton	Cyanobacteria, Diatoms, Greens, Others

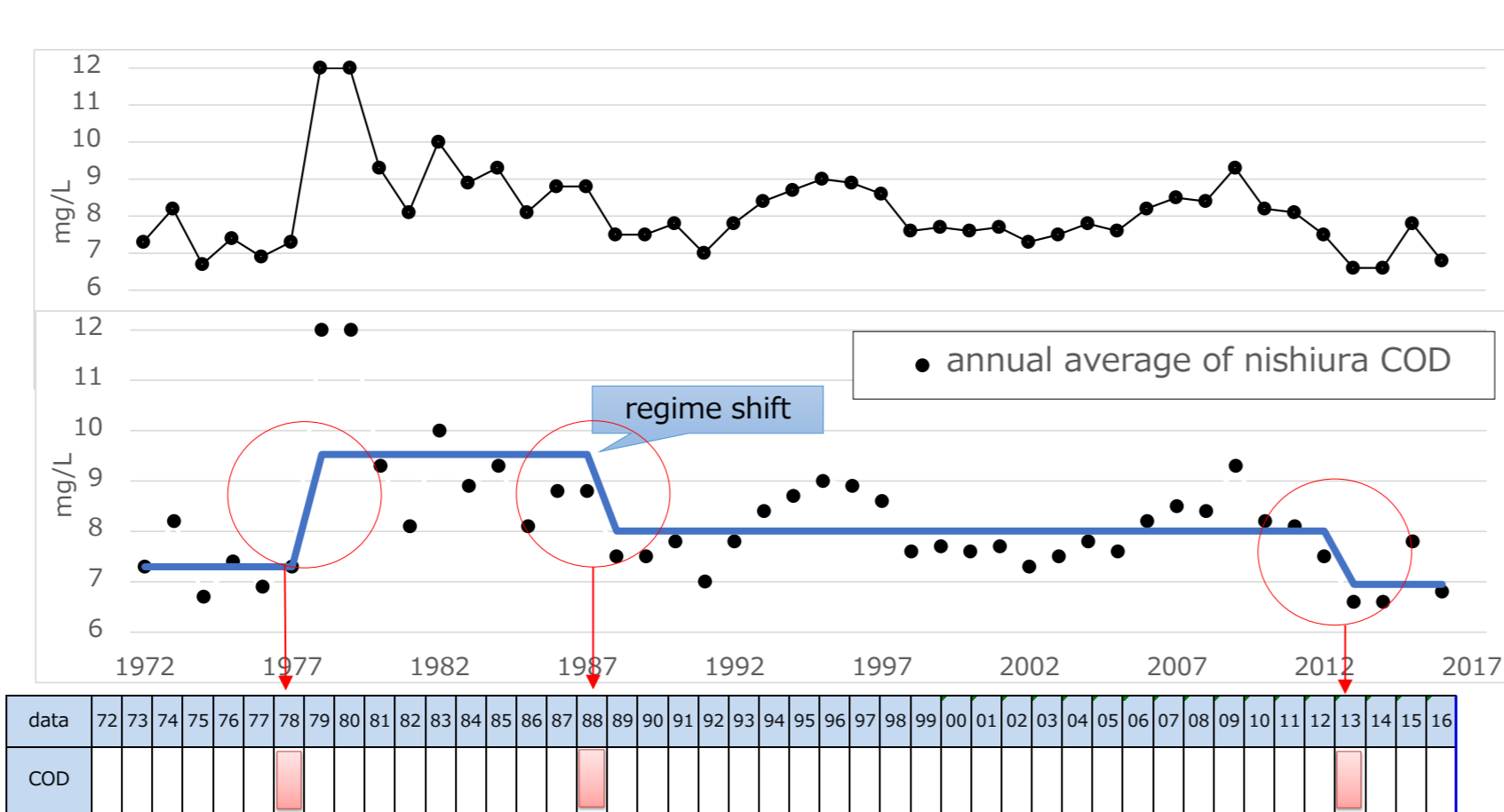


図.6 レジームシフト解析例

2 解析手法

水質及び気象データについて、新たな時系列解析手法である『レジームシフト解析』(The sequential t-test regime shift detection software ver.3.2によりレジームシフト時期を推定: significance level = 0.1; cut-off length = 10; Huber's weight parameter = 1)を行い、気候変動及び項目間の関係性を検討した(図.6)

結果及び考察

1 地球温暖化

年平均気温では、日本平均(1.0℃)より霞ヶ浦近傍の土浦(1.2℃)の方が上昇幅が大きい。(世界平均は0.6℃上昇)

西浦湖心の水温は、夏季・冬季ともに、気温より上昇幅が大きく、地球温暖化の霞ヶ浦の水温への影響が示唆された(図.7)

月平均気温・水温を年代別に詳しく比較すると、ともに7月の変化が最も大きかった(図.8)

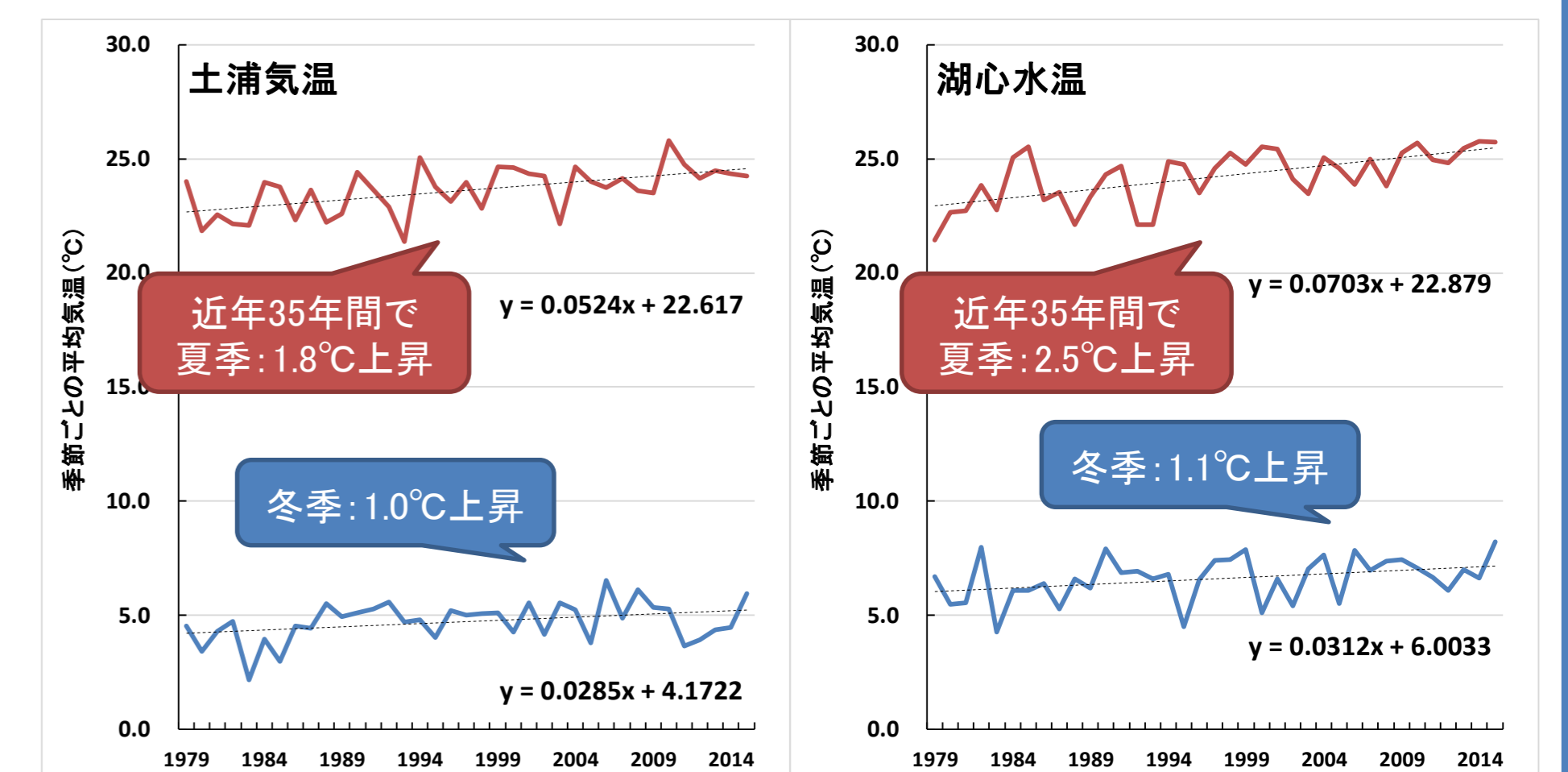


図.7 地球温暖化による霞ヶ浦水温への影響

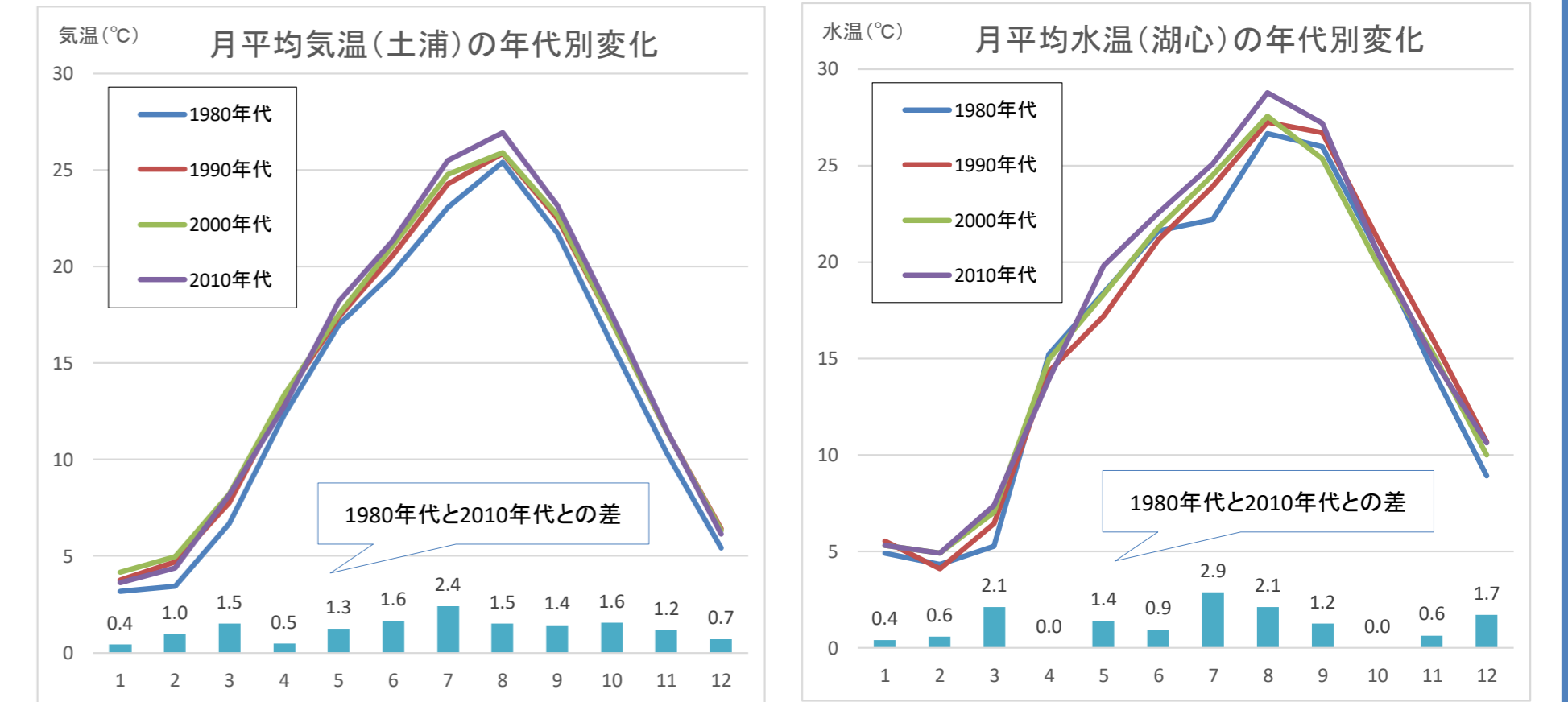


図.8 月平均気温・水温の年代別変化

2 気候変動

PDOは、太平洋で起こる10年周期での大気と海洋の連動による変動であり、霞ヶ浦の藻類優占種の変遷と同様の傾向を示している(図.9-10)

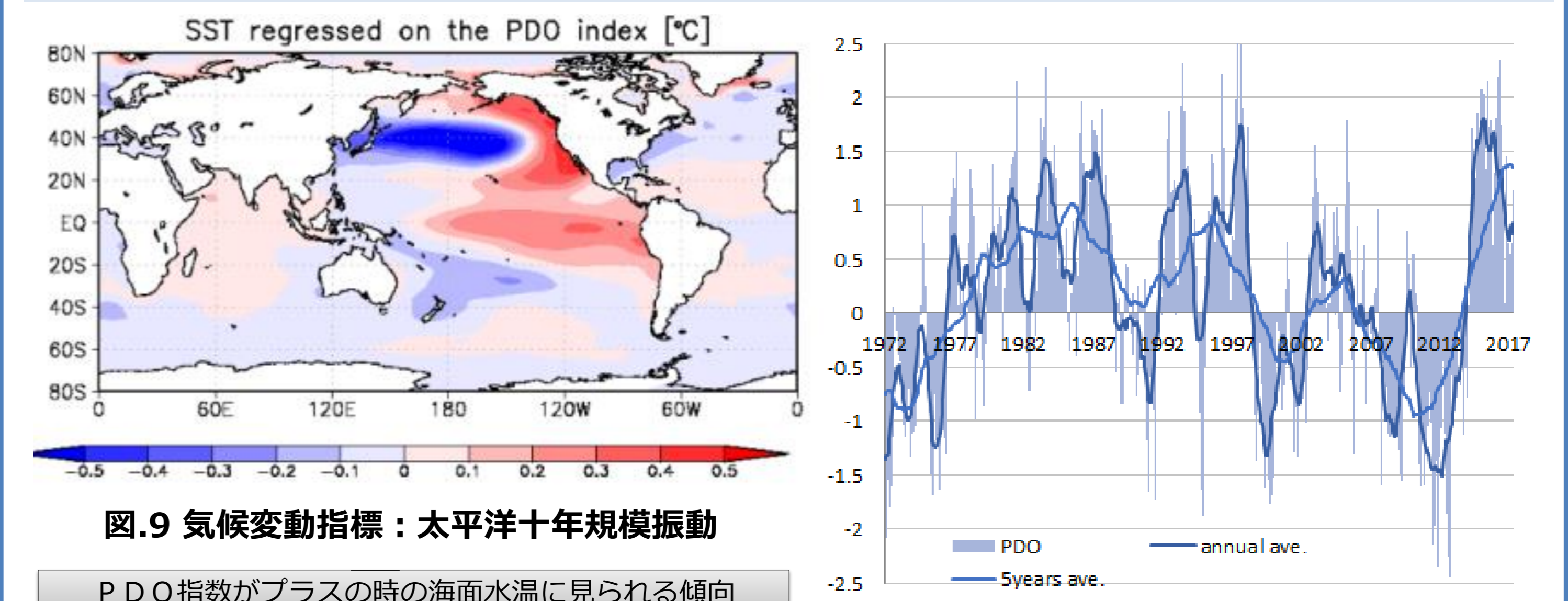


図.9 気候変動指標: 太平洋十年規模振動

図.10 PDOの時系列変動

レジームシフト解析の結果、これらの変動時期は、PDOの時系列変動と概ね一致。数十年規模の気候変動が、霞ヶ浦の水質や植物プランクトンのレジームシフトに影響を及ぼしていることが示唆された(図.11)

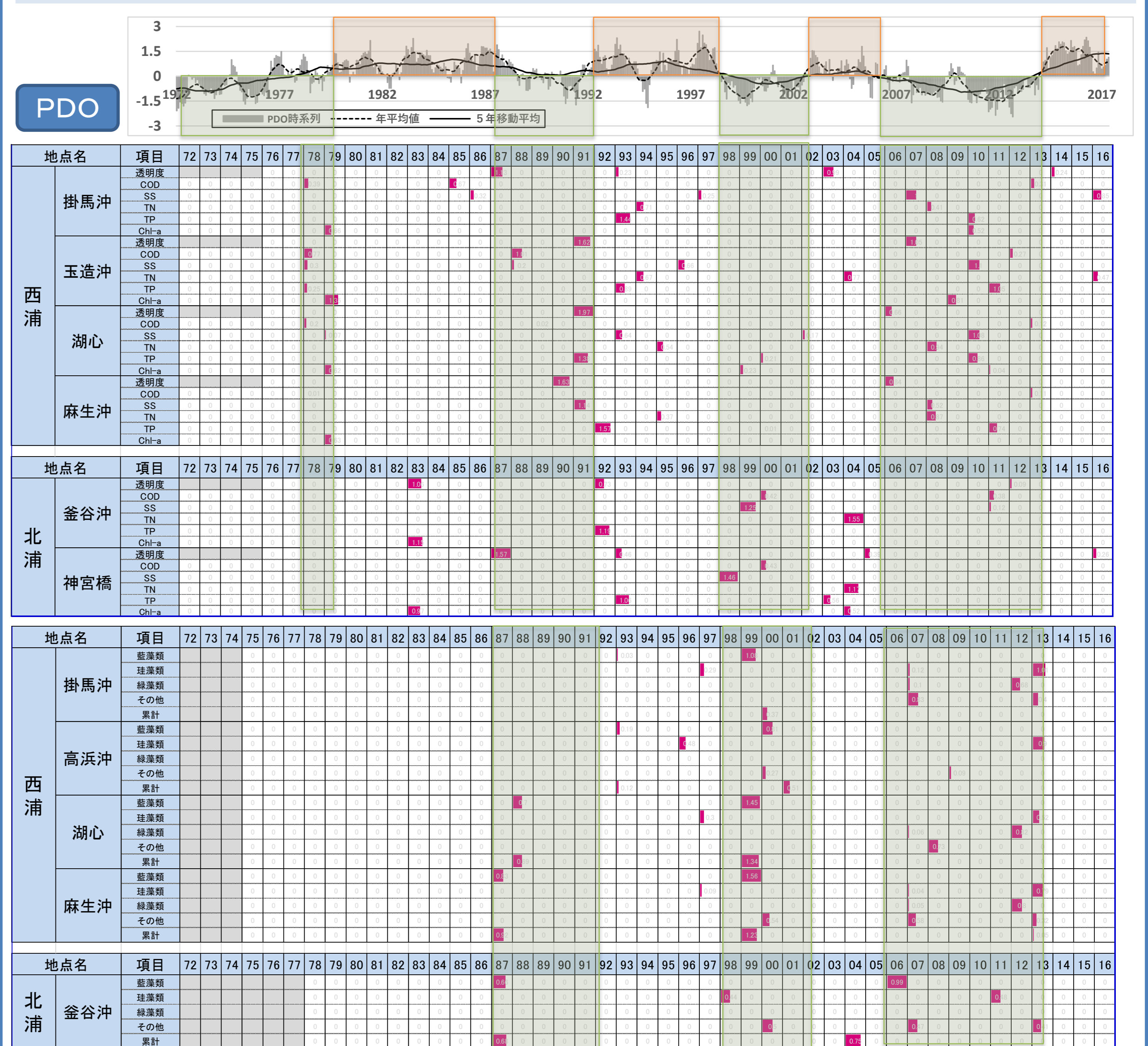


図.11 霞ヶ浦の水質及び植物プランクトン(藻類種)のレジームシフト解析結果

結論

本研究の解析結果より、
 ・地球温暖化の霞ヶ浦の水温への影響を確認。
 ・十年から数十年規模の気候変動と霞ヶ浦の水質・生態系のレジームシフトが概ね一致。
 →気候変動(PDO)による、湖沼の水質・生態系への影響が示唆された。

謝辞

本研究では、国土交通省関東地方整備局霞ヶ浦河川事務所から観測データを御提供いただいた。ここに記し、謝意を表します。