

「森は海の恋人」水の循環研究会の成果（概要）

（くらし・環境部 環境政策課）

1 「森は海の恋人」水の循環研究会とは

水深約2,500mの日本一深い湾として知られる駿河湾では、大井川や富士川など、栄養塩物質等¹を海に運ぶ大河川に加え、富士山からの地下水や海底湧水等の影響も受け、生物多様性に富んだ生態系が形成されています。

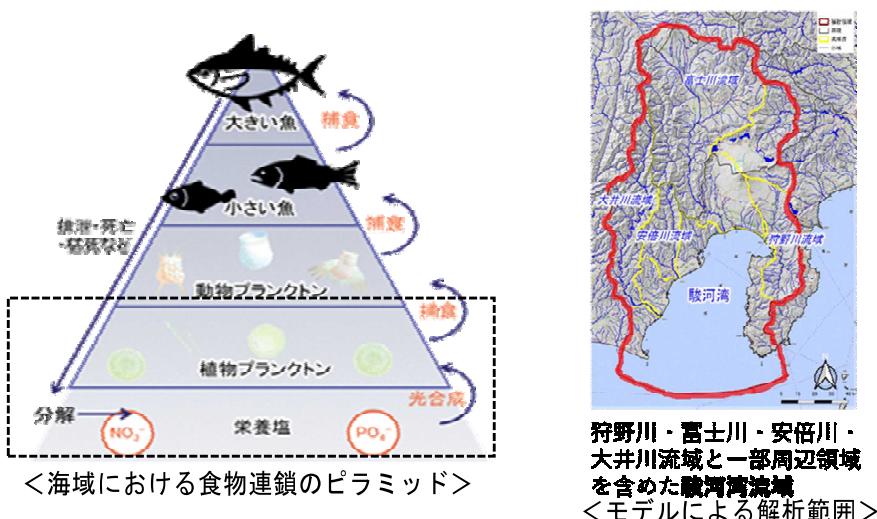
静岡県では、駿河湾の生態系の保全とその恵みの持続的な利活用に向けた実践活動につなげるため、陸域から流入する栄養塩物質等と駿河湾における生物生産との関係を分析することを目的として、令和元年度に、「森は海の恋人」水の循環研究会を設置しました。

2 分析方法及びスケジュール

陸域からの栄養塩物質等と海の生物生産の関係の分析にあたっては、陸域と海域における水や栄養塩物質等の挙動を過去から現在まで再現でき、なおかつ、環境等の変化が生物生産にもたらす影響を推定できるシミュレーションモデルが必要となります。

既存のこうしたモデルがなかったことから、研究会では、海域における生物生産の基礎となる植物プランクトンの生産量を推定できるシミュレーションモデルを構築することとしました。

令和2年度までにシミュレーションモデルを構築し、令和3年度には、その精度向上を図った上で、モデルを用いた分析等を行いました。



3 研究の成果

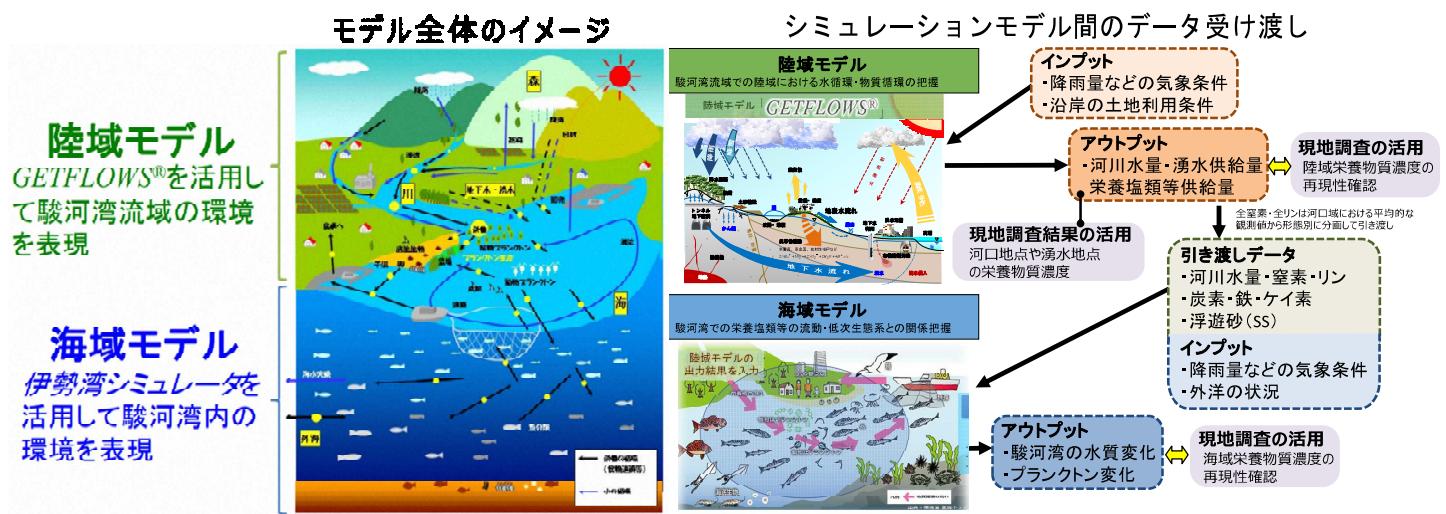
(1) シミュレーションモデルの構築（愛称「スルガベイ・シミュレータ」）

本研究会において構築したモデルは、国等が開発した2つのモデルを改良し、連結させたもので、土地利用状況や河川水・地下水の水量、栄養塩物質

¹生物が生活をするために必要な塩類等で窒素、リン、鉄、カリウム、ケイ素などを指す。

の含有量等を再現する「陸域モデル」、その計算結果を受けて海域の潮流や水質等を再現するとともに、植物プランクトン生産量を推定する「海域モデル」により構成しています。

陸域から海域に至る駿河湾流域全体を包括して再現し、植物プランクトン生産を定量的に推定できる、画期的なモデル（愛称「スルガベイ・シミュレータ」）であり、今後、本モデルの活用により、駿河湾の生態系の保全や持続的利活用に資する様々な事象が明らかになることが期待されます。



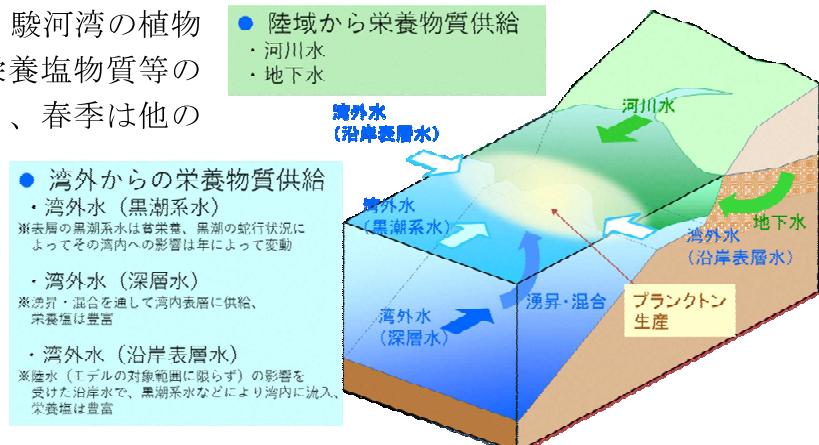
(2) シミュレーション結果から分かったこと

～駿河湾の植物プランクトン生産を支える栄養塩物質等の供給源の把握

ア 陸・海からもたらされる栄養塩物質等の寄与度²

外海に開けた駿河湾では、陸域に加え、湾外から湾内に流入する水（湾外水）とともに栄養塩物質等が供給されています。

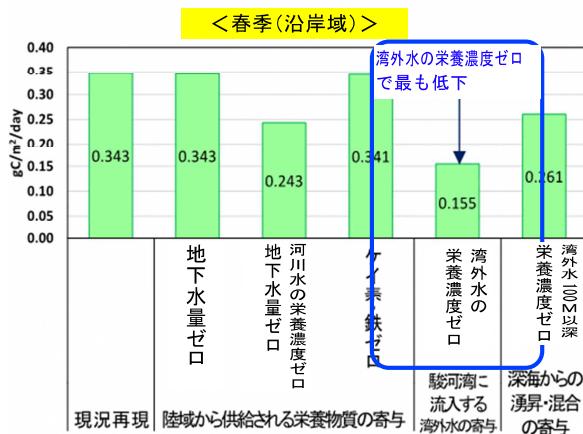
シミュレーションの結果³、駿河湾の植物プランクトン生産を支える栄養塩物質等の供給源は季節によって異なり、春季は他の時期に比べて湾外水の寄与度が比較的大きく約5割、夏季から秋季にかけては、他の時期に比べて陸から流入する水(河川水・地下水)の寄与度が比較的大きく6割超となりました。沿岸部に限れば、夏季から秋季における陸の寄与度は7割超となります。



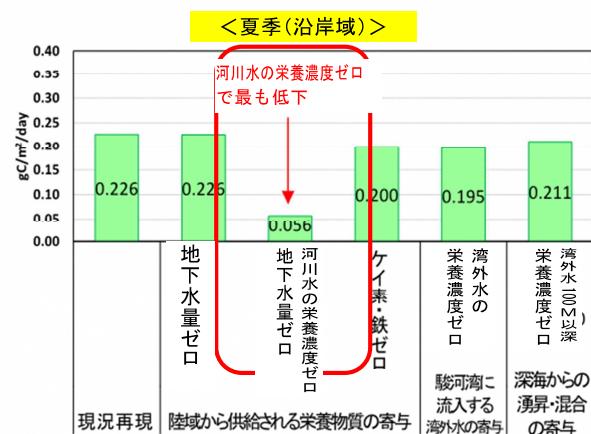
また、地下水の寄与度は、湾全体および沿岸部において大きくありませんでした。また、陸から供給される鉄・ケイ素の寄与度を確認したところ、夏季・秋季の一次生産に一定の寄与（1～3割程度）が認められました。

²様々な栄養供給源などがプランクトン生産に対して効いている程度をいう。

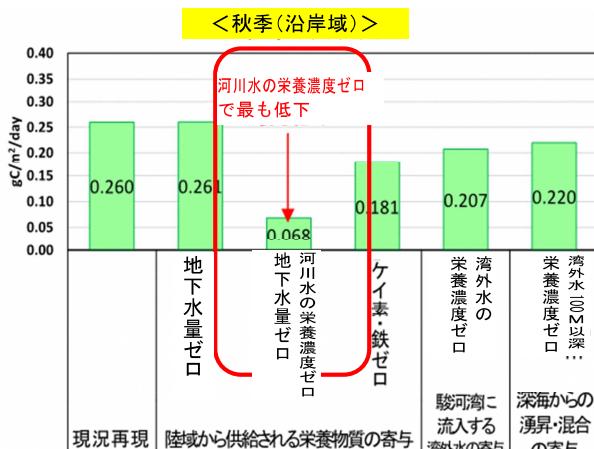
³陸域等の供給源ごとに流入する栄養塩物質等や水量をゼロとしてシミュレーションを行い、栄養物質供給の減少量を確認した。



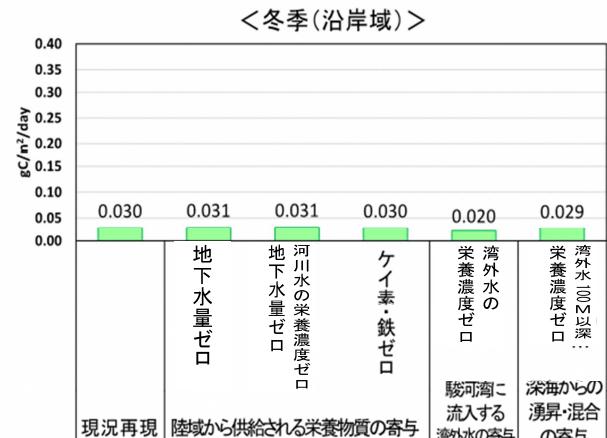
- 春季のプランクトン生産量（現況の再現）…0.343gc/m²/day
 - 湾外水の全水深層の栄養塩物質等の濃度を0として計算したプランクトン生産量…0.155gc/m²/day
- 現況再現時と比べ生産量が約5割減
(湾外水の寄与度は約5割)



- 夏季のプランクトン生産量（現況の再現）…0.226gc/m²/day
 - 陸から海に流入する地下水を0、河川水中の栄養塩物質等の濃度を0として計算したプランクトン生産量…0.056gc/m²/day
- 現況再現時と比べ生産量が約8割減
(陸から流入する水の寄与度は約8割)
- 陸から海に流入する地下水・河川水中のケイ素・鉄の濃度を0として計算したプランクトン生産量…0.200gc/m²/day
- 現況再現時と比べ生産量が約1割減
(陸から流入するケイ素・鉄の寄与度は約1割)



- 秋季のプランクトン生産量（現況の再現）…0.260gc/m²/day
 - 陸から海に流入する地下水を0、河川水中の栄養塩物質等の濃度を0として計算したプランクトン生産量…0.068gc/m²/day
- 現況再現時と比べ生産量が約7割減
(陸から流入する水の寄与度は約7割)
- 陸から海に流入する地下水・河川水中のケイ素・鉄の濃度を0として計算したプランクトン生産量…0.181gc/m²/day
- 現況再現時と比べ生産量が約3割減
(陸から流入するケイ素・窒素の寄与度は約3割)



- 冬季のプランクトン生産量（現況の再現）…0.030gc/m²/day
- 冬季は、相対的に他の季節と比べてプランクトン生産量は低く見積もられた

<沿岸域における栄養供給源としての、陸・海の寄与度の確認結果（2018年）>

イ 陸域の土地利用毎の寄与度の違い

モデルを用いて、代表的な栄養塩物質である窒素、リンの供給源として、陸域の土地利用毎の寄与度を分析したところ、全体として、生活排水、森林、畑地の寄与度が高いことが分かりました。

生活排水はいずれの河川においても影響が大きく、安倍川や大井川では、畑地や森林の寄与度が高くなる特性も見られました。ただし、生活排水の寄与度は、下水道の普及により、長期的には減少傾向にあります。

	狩野川	富士川	安倍川	大井川
窒素	生活排水(50.2%) 畑地(22.8%) 森林(13.5%)	山梨県からの流入分(90.2%) 生活排水(6.5%、66.2%※) 畑地(1.6%、16.5%※)	畑地(39.3%) 森林(27.9%) 生活排水(27.5%)	生活排水(47.5%) 森林(26.4%) 畑地(21.9%)
リン	生活排水(60.2%) 市街地(12.8%) 水田(11.0%)	山梨県からの流入分(87.8%) 生活排水(9.5%、78.3%※) 水田(1.0%、8.1%※)	生活排水(44.3%) 森林(23.9%) 市街地(21.5%)	生活排水(67.1%) 森林(20.5%) 市街地(5.2%)

生活排水:合併処理浄化槽・コミュニティプラント、農業集落排水施設、単独浄化槽、広域下水道を合算
※山梨県からの寄与を除いた数値

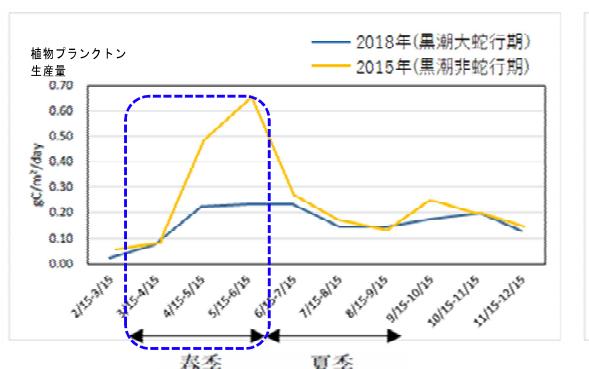
＜陸域の土地利用別の窒素・リンの供給への寄与度＞

ウ 黒潮の影響

紀伊半島から東海沖で黒潮の流路が大きく南まで蛇行する期間が長い黒潮大蛇行期には、関東から東海沖を黒潮が直撃し、外海から貧栄養の黒潮系水が多く侵入する場合があり、非大蛇行期よりも植物プランクトンの生産量が落ちやすくなると考えられてきました。

今回、黒潮大蛇行期と非蛇行期の年平均の植物プランクトン生産量（スルガベイ・シミュレータによる推計値）を比較したところ、非蛇行期に比べ、黒潮大蛇行期には、ブルーム⁴がおきる時期に当たる春季の植物プランクトン生産量が低くなる傾向が見られました。

スルガベイ・シミュレータにより、こうした黒潮大蛇行の駿河湾の栄養状態への影響を、数値として再現できたこととなります。)



＜2015年と2018年の植物プランクトン生産量の比較＞

エ まとめ

駿河湾の植物プランクトン生産において、夏季から秋季にかけては陸域の生活排水や畠地・森林などから、春季は湾外水（陸域からの栄養塩物質等を含む沿岸表層水を含む）から供給される栄養塩物質等の寄与度が、他の季節と比べて大きくなることが分かりました。

植物プランクトン生産を支える栄養塩物質等と陸域から供給される水とは密接な関係があることから、陸域からの栄養塩物質等の供給機能を保持することが重要です。

森林は、現在でも、海域への栄養塩物質等の安定的な供給源として重要

⁴水界において、植物プランクトンが顕著に増殖した状態。多くの温帯海域では、春と秋にこの現象が見られる。

です。生活排水や畠地・水田等も供給源となっていますが、将来、人口減少により、これらの人為的な排出の減少が予想されることを踏まえると、相対的に、森林の寄与度がより高まる可能性があることから、今後も、栄養塩物質等の供給源としての森林の機能を発揮させていくため、引き続き森林を守り育てていくことが重要です。

駿河湾の単位面積当たりの植物プランクトン生産量は、現在のところ他の代表的な海域と大きく相違するものではありません。夏から秋にかけては、海域の窒素やリンなどが植物プランクトンに利用されて減少しやすく、さらに黒潮大蛇行期と重複すると、駿河湾の栄養状態は非蛇行期に比べて貧栄養化する場合があります。

以上のことから、駿河湾の栄養状態については、安定的に豊富とは言えないため、植物プランクトン生産量を維持するためには、陸域からの栄養塩物質等の供給状況や気象・海況変動に伴う湾内の栄養状態、植物プランクトンの生産量（ブルーム状況を含む）を継続的にモニタリングする必要があると考えられます。

4 駿河湾の生物資源の次代への継承に向けて（今後の取組）

駿河湾は、富士山や南アルプスなどを含む広大な流域や外海、深海部などから供給される栄養塩物質等をもとに、豊かな生物資源を生み出すことができる、静岡県民にとってかけがえのない場所です。

駿河湾で生産される豊かな生物資源を次代に永続的に継承するため、今後、「森は海の恋人」水の循環研究会の成果を活用し、以下の取組を推進します。

（1）スルガベイ・シミュレータ公開による、関連研究の発展の促進

多様な研究機関が研究ツールとしてスルガベイ・シミュレータを活用できるよう、同シミュレータを公開し、海の生態系等に関する研究の発展を促進するとともに、オープンイノベーションによりシミュレータ自体の高度化を目指します。

このことにより、駿河湾の生態系保全等に関する科学的知見の充実や、魚類など高次生態系の生態の解明などにつながることが期待されます。

（2）森川海の保全に向けた施策の検討と推進

研究成果を活用して、環境施策や駿河湾流域の土地利用に係る各種施策等の方向性を検討し、実施結果をモニタリングするとともに、シミュレーションをしながら、駿河湾の生物生産の維持・向上に向けた継続的な取組を行うことによって、美しく豊かな駿河湾を未来につなげていく施策を推進していきます。

（3）森川海のつながりを踏まえた環境保全の推進

本研究会で明らかになった研究成果を広く周知するとともに、森、里、川、海での学習会や実践活動の実施等を通じ、県民の皆様による理解や環境保全活動を推進します。

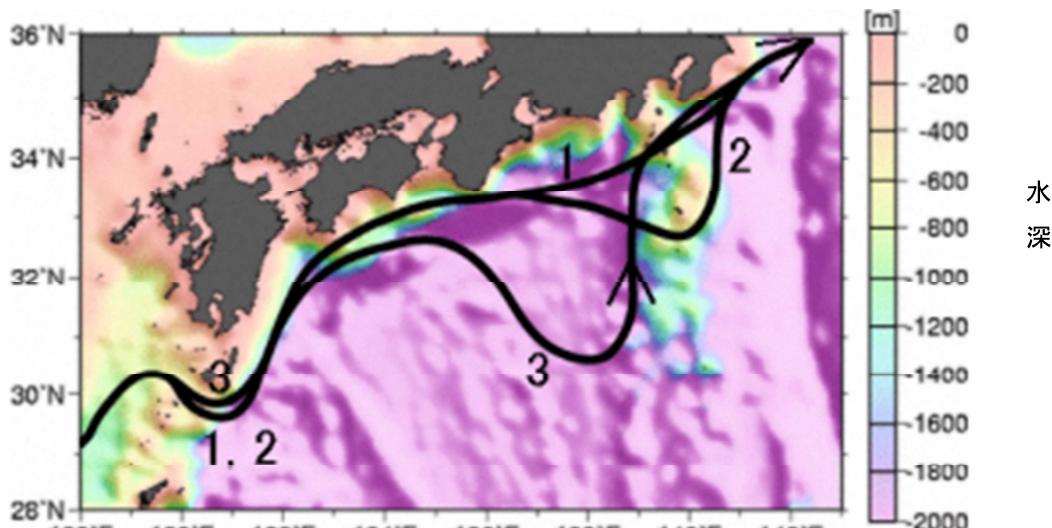
参考：黒潮大蛇行について

駿河湾は、開放型の形状であることから、紀伊半島から東海沖で黒潮が大きく南まで蛇行する流路が長期間継続する「黒潮大蛇行」等、外海の影響を大きく受けています。

黒潮大蛇行は、一度始まると1年以上にわたって続くことが知られており、2017年8月末には、前回から約10年ぶりに大蛇行が発生し、現在まで継続しています。

大蛇行中には暖流である黒潮が位置を変えることにより、大きく離岸する紀伊半島沖では水温が下がる一方、関東から東海沖では黒潮が直撃し、水温が上昇する傾向にあります。これにより水温分布や海流が大きく変わり、海洋生態系や気候に変化が現われ、紀伊半島沖のサンゴの大量死（2018年冬期）や、黒潮が近づく関東から東海沿岸におけるシラスの不漁の一因となっていると言われています。

スルガベイ・シミュレータにより、こうした黒潮大蛇行をはじめ様々な環境要因の変化による栄養塩物質等や潮流の状態の変化について、一定程度再現することができました。今後、シミュレータの活用により、サクラエビ浮遊幼生やイワシ類のシラス期のように遊泳力が弱く、海流の影響を受けやすい生物の動態について、新たな示唆を得ることができると期待されます。



出典：気象庁ホームページ (<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>)

参考資料）黒潮大蛇行とその影響

（海洋政策研究財団 HP、https://www.spf.org/opri/newsletter/448_1.html?latest=1）

～「成果報告書の全文」や「研究会3年間の取組」を掲載～

「森は海の恋人」水の循環研究会 Web サイトリンク（静岡県公式 HP）→

（<https://www.pref.shizuoka.jp/kankyou/ka-020/moriumi.html>）

