

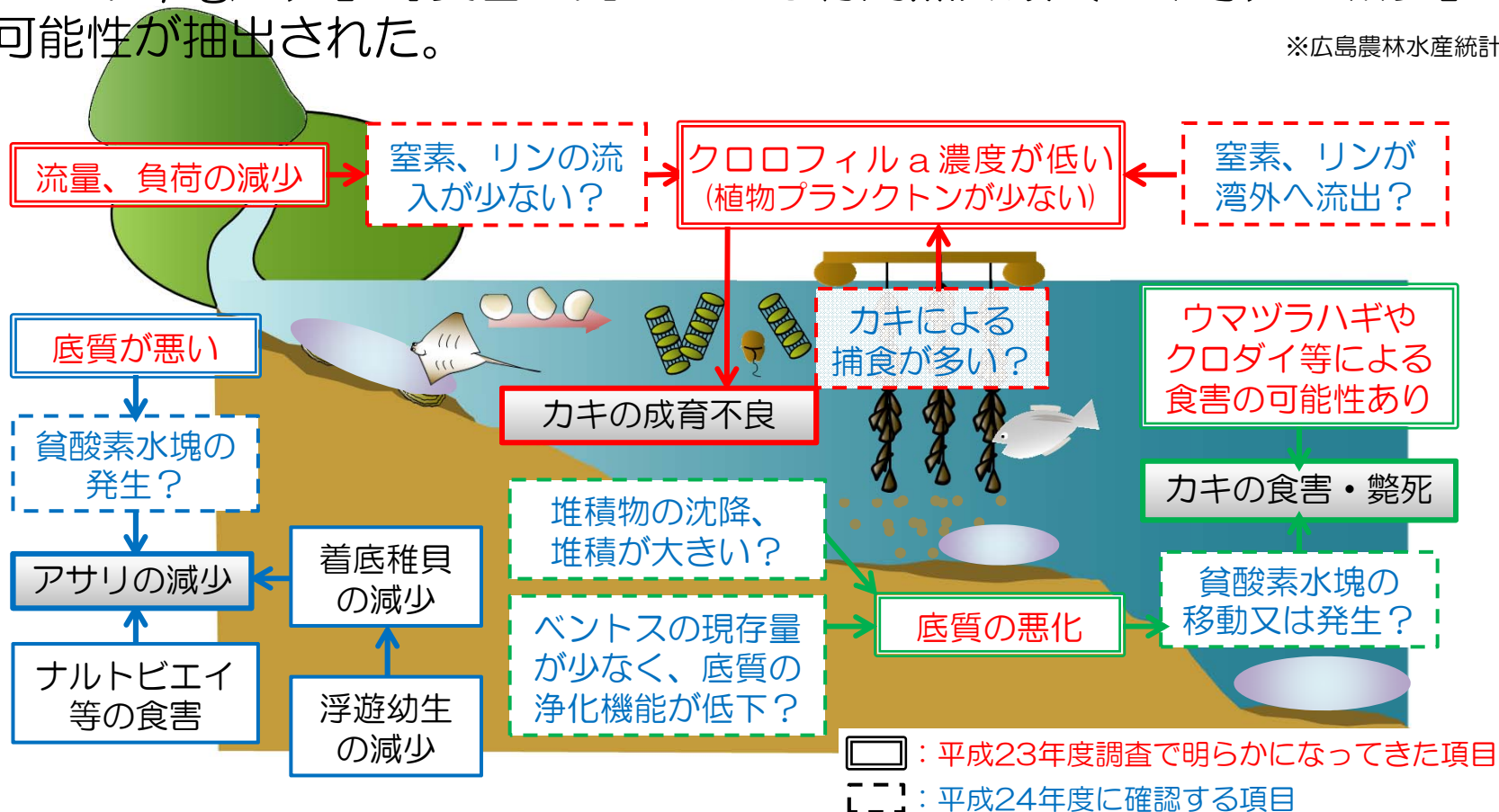
(1) 地域の物質循環に係る情報整理について

三津湾で想定される不健全な事象

当初、三津湾における障害として、①カキの生育不良、②カキの斃死、③アサリの減少（1986年9t→2008年0t※¹）が報告されていた。

平成23年度の調査（秋・冬）、検討結果より、障害に関わる“不健全な事象”として、『底質が悪い』『クロロフィルa濃度が低い（年平均で $1.7 \pm 1.3 \mu\text{g/L}$ ）』『食害の発生による有用魚介類（カキ等）の減少』の可能性が抽出された。

※広島農林水産統計



平成23年度結果より推察される不健全化の要因

底質が悪い

- 仮説①:カキ筏からの沈降物(有機物)が堆積している。
- 仮説②:底生生物の現存量が少なく、浄化機能が低下している。

クロロフィルa濃度が低い(植物プランクトンが少ない)

- 仮説①窒素、リンが、植物プランクトンに利用される前に湾外に流出してしまう。
- 仮説②:植物プランクトンが利用できる形態の窒素、リンの供給が少ない。
- 仮説③:カキ養殖量と、餌となる植物プランクトン量のバランスがとれていない。

その他の要因による有用魚介類(カキ等)の減少

- 仮説①:ウマヅラハギやクロダイなどの捕食者による食害が発生している。
- 仮説②:底質の悪化により貧酸素水塊や硫化水素が発生し、中～下層のカキやアサリが斃死している。
- 仮説③:植物プランクトンの種組成、現存量が適切でない。



『不足する情報の収集整理』『通期の現状把握』『モデルの精度向上』によりこれらの仮説を検証し、三津湾における物質循環の滞りの要因を解析する

地域の物質循環に係る情報整理（平成24年度補足項目）

不足する情報	目的	収集方法(第1回委員会 時点案)
①年間(季別) 負荷量の算定 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #ffffcc;"> ※付近の一級河川で、流量や水位の連続観測が行われている場合、その値と流域面積比から流入河川の流量を推算する方法も検討する。 </div>	季節毎の水質、流量変化を考慮し、流入河川から三津湾への年間負荷量を算定する。	①過年度の河川別・月別の流量測定結果より、流量の経年変化を確認。 ②直近10ヶ年について、流量と同時期の降水量(調査前数日間を集計?)の関係式を作成。 ③直近の公共用水域水質測定結果(T-N、T-P、流量)から、LQ式を作成。 ④負荷量算定年の降水量から、河川流量を推算※ ⑤③のLQ式に④の流量を当てはめ、T-N、T-Pの年間負荷量を算出。
②窒素、リンの形態別流入負荷の算定	河川、下水処理場からの窒素、リンの負荷を、形態別に把握する。	処理場は実測値を使用。 河川は公共用水域水質測定結果の平均的な形態別比率を直近のT-N、T-P値に当てはめ、負荷量を推算。
③カキ現存量の推算(夏季分)	摂餌が植物プランクトンの減少や沈降負荷に及ぼす影響を検討する。	平成23年度と同様、漁業者にアンケート調査を実施し、養殖形態別≒成長段階別(イキス:1年養殖、ヨクセイ:2年養殖、ノコシ:3年養殖)の現存量を推算。
④藻場・干潟による窒素、リンの固定、溶解、浄化	三津湾の藻場・干潟の存在、機能の物質収支への寄与を把握する。	研究事例等の文献収集を行う。

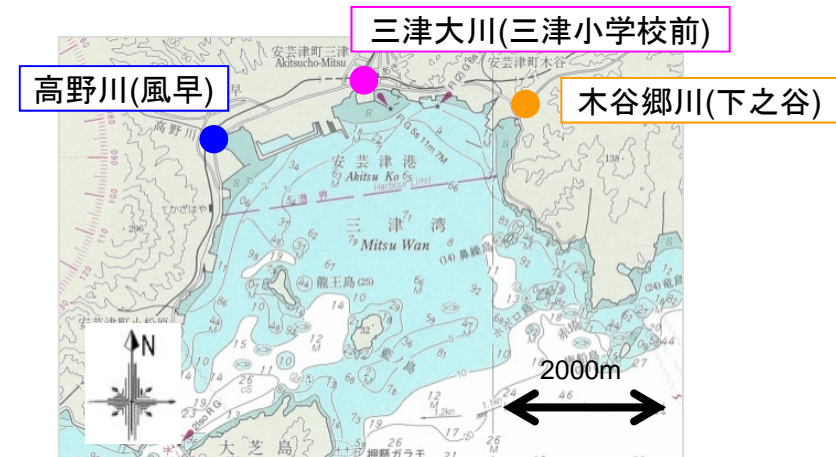
1. 年間負荷量の算定

(1) 目的

季節毎の水質、流量変化を考慮し、流入河川から三津湾への年間負荷量を算定する。

(2) 方法

①三津湾に流入する代表的な河川のうち、三津大川、高野川の2河川について、公共用水域水質測定調査における流量観測結果(1回/月)と同日の日平均水位よりHQ式(水位-流量関係式)を作成し、水位連続測定結果を基に、平成23年の年間流量を推算。



資料: 公共用水域水質測定結果

②木谷郷川と隣接する三津大川との流域面積比より、木谷郷川の2011年の年間流量を推算。

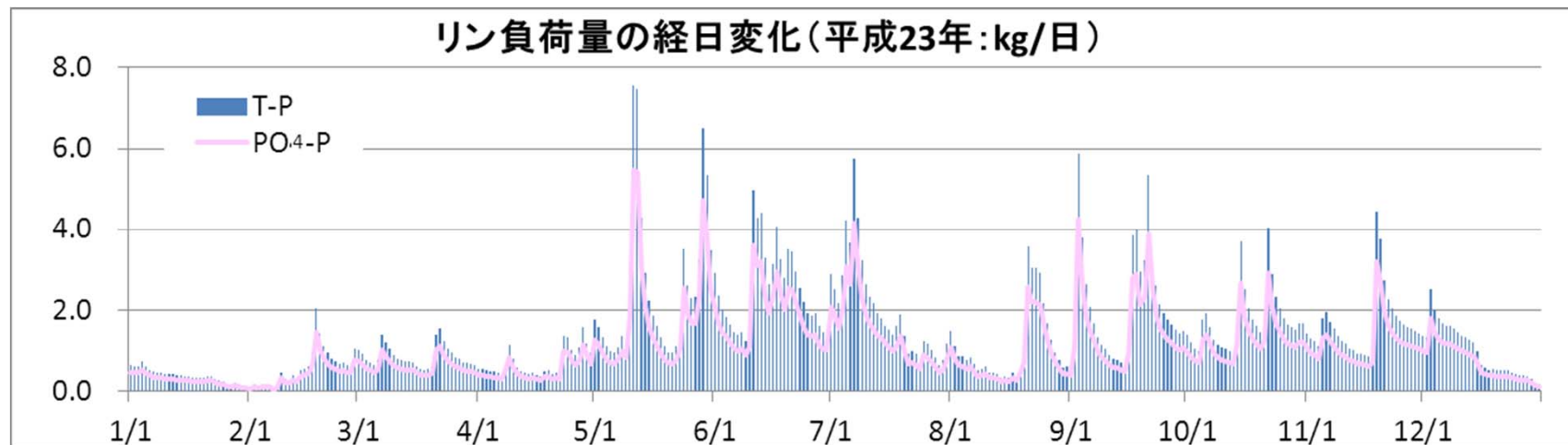
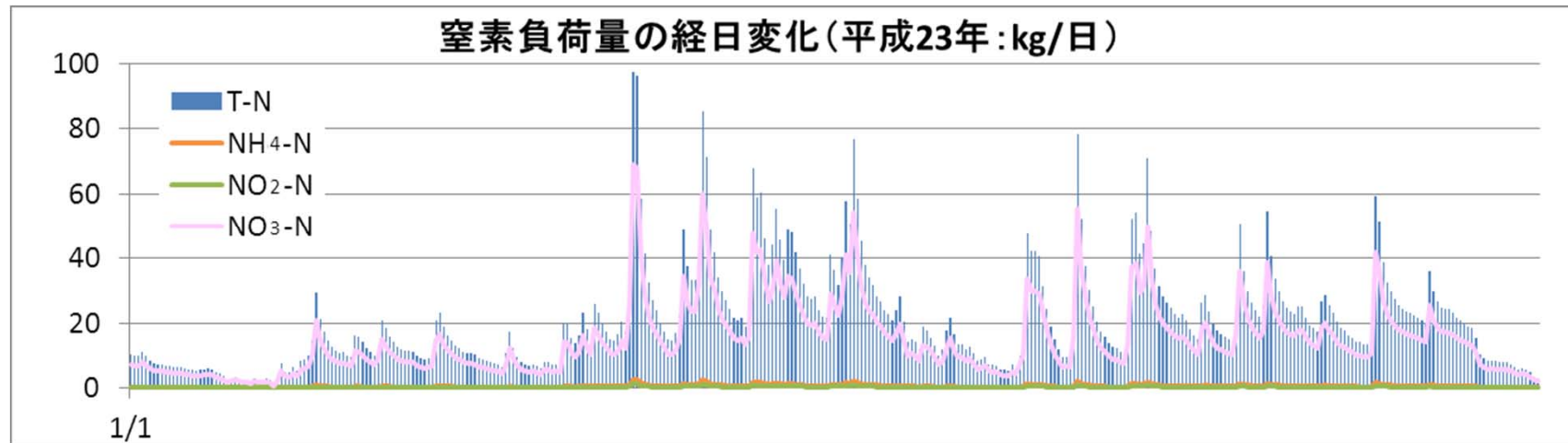
③2002年~2011年の公共用水域水質測定結果より、T-N、T-Pについて、河川別のLQ式(負荷量-流量関係式)を作成。

④①及び②の流量と③のLQ式より、T-N、T-Pの年間負荷量を推算。

1. 年間負荷量の算定

(3) 河川から三津湾への年間負荷量

- 窒素はT-Nで年間 約7.6t、リンはT-Pで年間 約0.5t が流入している。
- 流入量は河川流量に依存し、梅雨時期と秋季に多く、冬季に少ない。



2. 窒素、リンの形態別流入負荷の算定

(1) 目的

植物プランクトンが利用できる形態の窒素、リンの供給状況を確認するため、河川、下水処理場からの負荷を、形態別に把握する。

(2) 方法

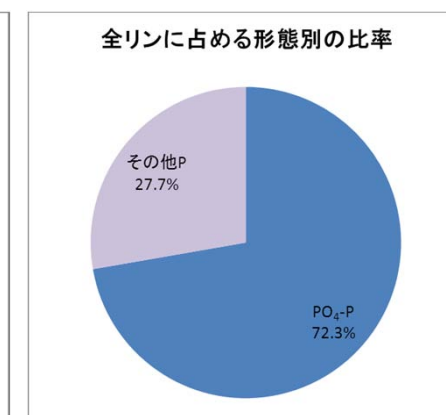
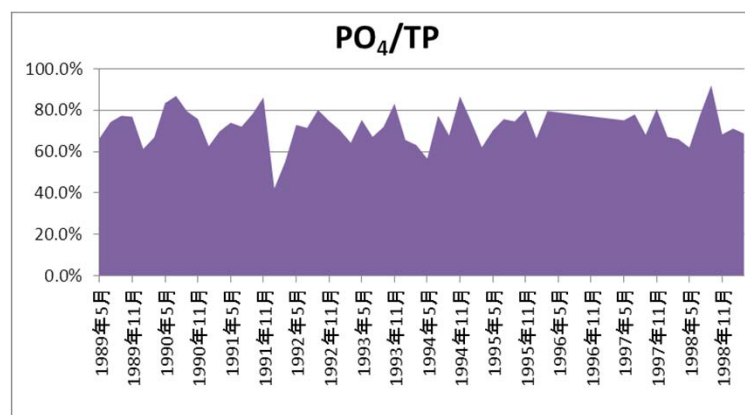
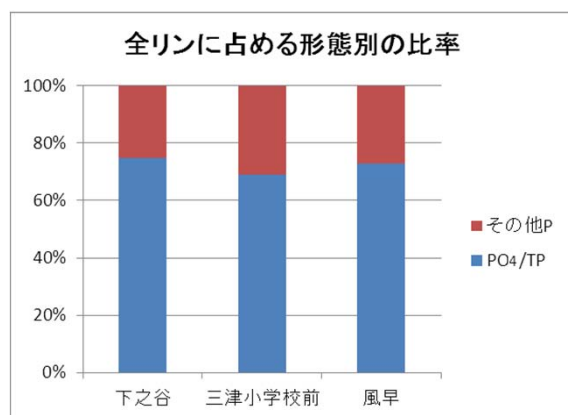
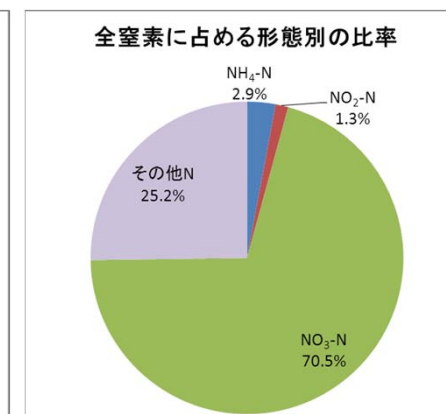
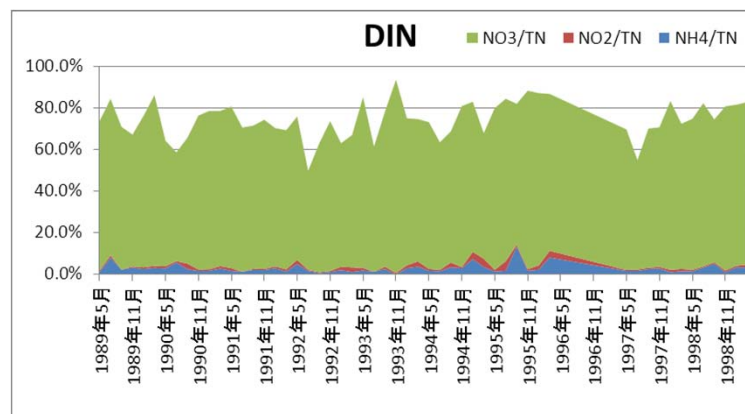
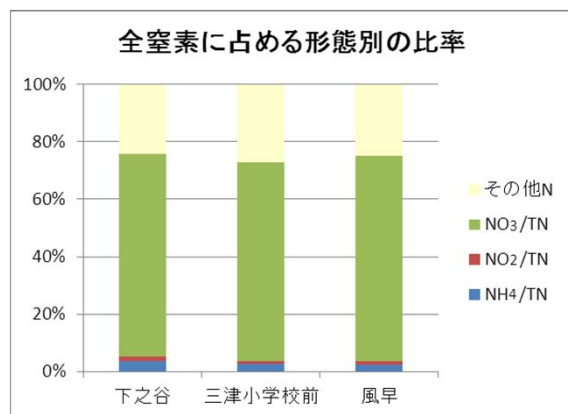
- ① 公共用水域水質測定結果より、直近の窒素、リンの形態別濃度（1989年～1998年）を整理し、T-N、T-Pに占める形態別の窒素、リンの比率を算出。
- ② 直近10ヶ年（2002年～2011年）の公共用水域水質測定結果について、T-N、T-P濃度に①の比率をかけ、形態別の窒素、リンの濃度を推算。
- ③ 同期間の流量測定結果と掛け、形態別の窒素、リン負荷量を推算。

2. 窒素、リンの形態別流入負荷の算定

(3) 流入河川からの負荷(形態別の比率)

- 窒素、リンともに、顕著な経年的、季節的变化はみられない。
- T-N中の溶存態窒素(DIN)、T-P中のリン酸態リン($\text{PO}_4\text{-P}$)の割合は、いずれの河川も約75%程度である。

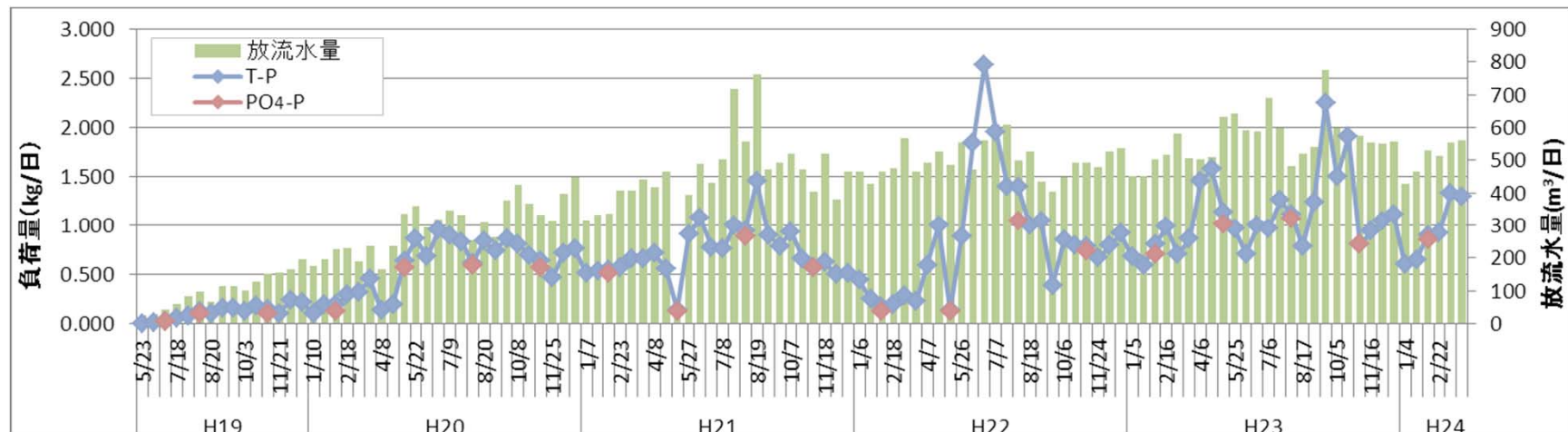
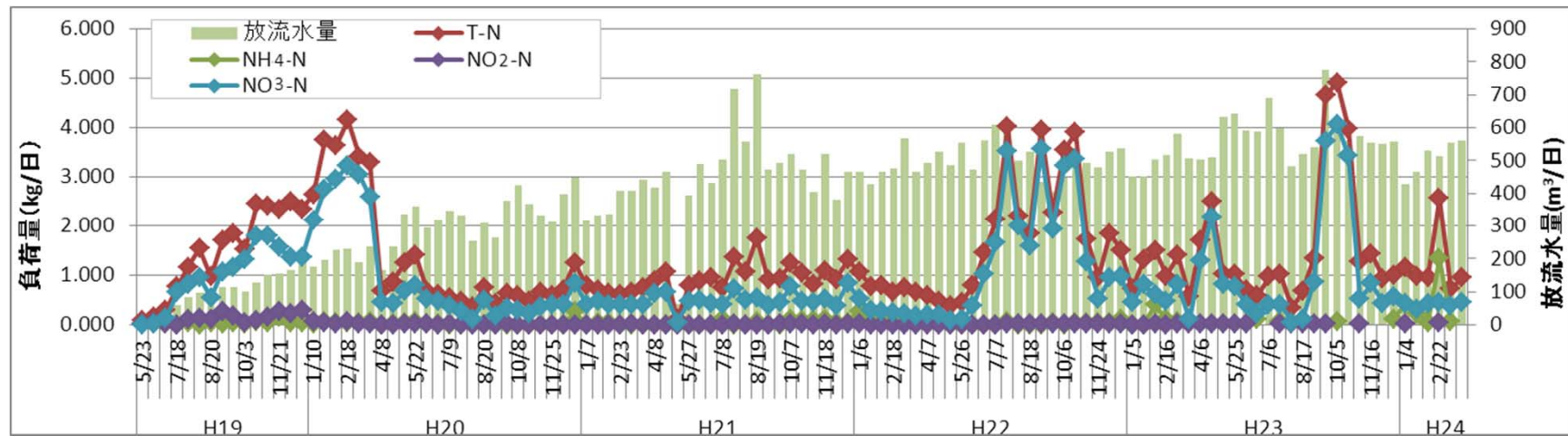
■ 形態別比率の推移(平成1年～10年)



2. 窒素、リンの形態別流入負荷の算定

(5) 下水処理場からの流入負荷

- 溶存態窒素（DIN）は0.5~1.5kg/日、リン酸態リン（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）は1.0kg/日以下で推移している。
- 溶存態窒素は概ね横ばい、リン酸態リンの流入負荷は増加傾向にある。



3. カキ養殖に伴う有機物、窒素、リンの集積・沈降

(1) 目的

摂餌が植物プランクトンの減少や沈降負荷に及ぼす影響を検討するため、冬季に引き続き、カキ養殖に伴う沈降負荷を算出する。

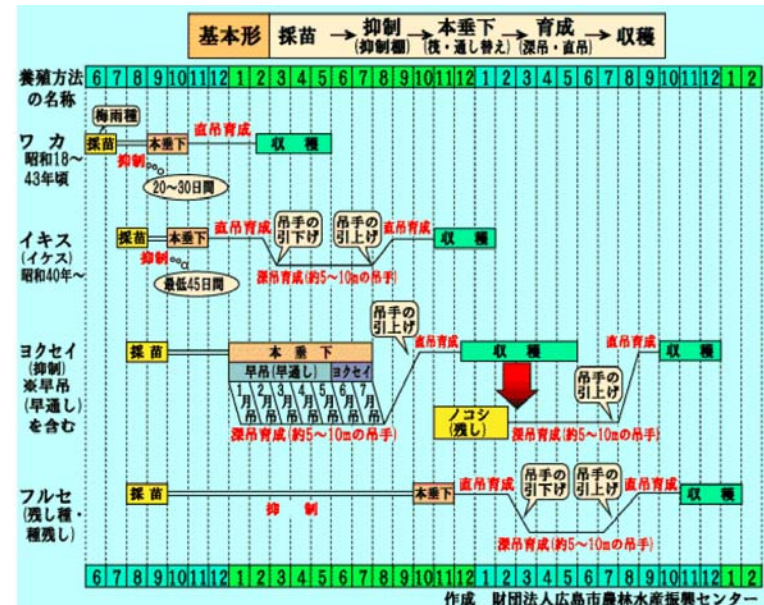
(2) 方法

- ① 2011年度冬季と同様、漁業者にアンケート調査※1を実施。
- ② セジメントトラップによる沈降物の分析結果※2とアンケート結果より、養殖形態別・成長段階別（イキス：1年養殖、ヨクセイ：2年養殖、ノコシ：3年養殖）に由来する沈降負荷を推算。

※1 2012年11月末現在、13通の回答が得られている。

※2 セジメントトラップの結果は、ノコシ（3年養殖）は冬季と同様にSt.5、イキス・ヨクセイ（1、2年養殖）はSt.Cの結果を使用。

■ 参考：広島のカキの養殖方法

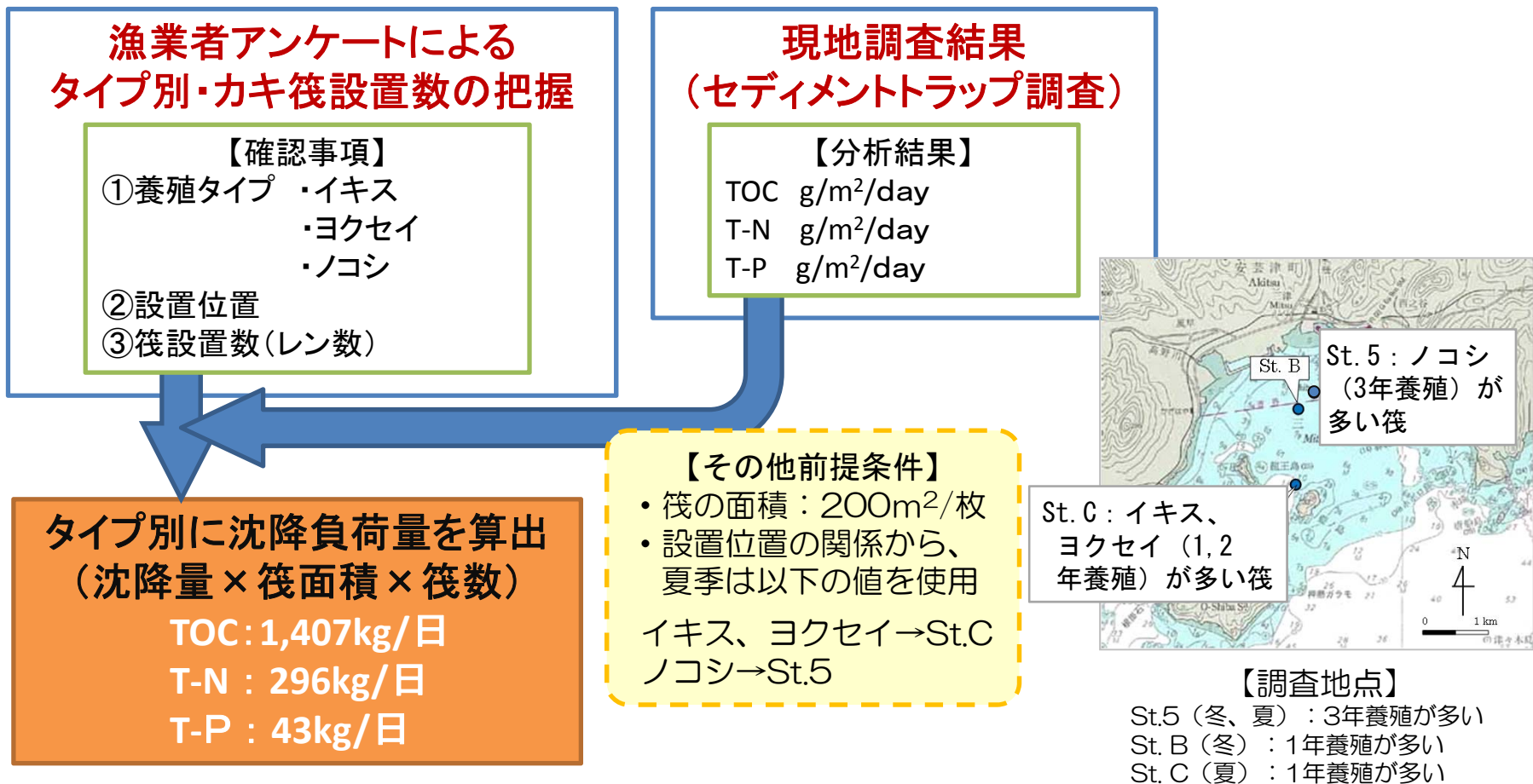


作成 財団法人広島市農林水産振興センター

3. カキ養殖に伴う有機物、窒素、リンの集積・沈降

(3) 養殖筏周辺の集積・沈降

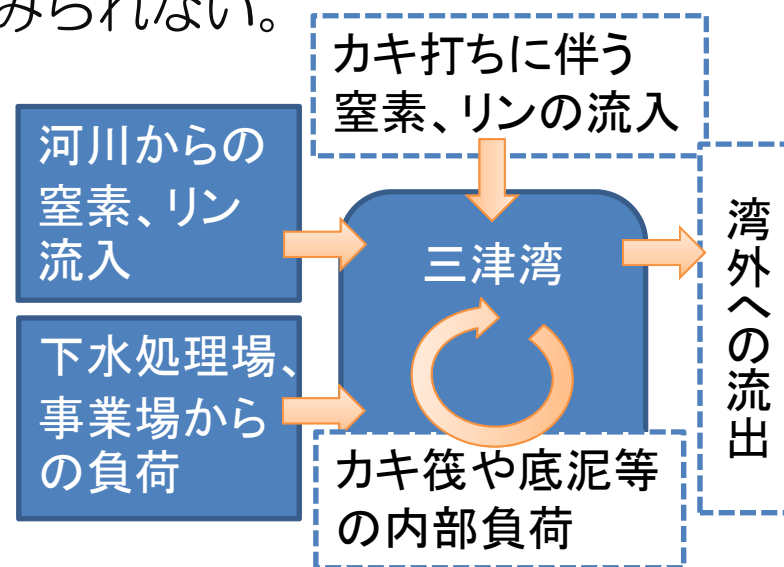
- 夏季におけるカキ養殖に伴う有機物、窒素、リンの集積・沈降量は、TOC 1,407kg/日（冬季：119kg/日）、T-N 296kg/日（同：20kg/日）、T-P 43kg/日（同：2kg/日）と、冬季に比べて多い。



3. カキ養殖に伴う有機物、窒素、リンの集積・沈降

(4) カキ作業所(カキ打ち場)周辺の窒素、リンの流入

- 地域検討委員会及びヒアリングの過程で、カキ養殖に伴うカキ打ち場の排水が、三津湾の窒素、リンの増加に関与している可能性が指摘された。
- カキ打ち場は、三津湾の北～西部沿岸に広く点在しており、洗淨排水の多くが直接海域に流入している。
- 英虞湾で行われている「閉鎖性海域の環境創生プロジェクト研究」では、アコヤガイの洗淨排水にT-Nで8～20mg/L、T-Pで1～5mg/L程度が含まれる事等が報告されている（山形ほか、2007年）が、カキ打ちに関する調査事例はみられない。
- 三津湾の不健全化のひとつとして考えられるクロロフィルa濃度が低い要因として、窒素、リンの流入が少ない、又は湾外流出が早い等が仮説として挙げられていることから、地産のカキ殻や洗淨排水等を活用した、物質循環のバランス向上策の検討も考えられる。



4. 藻場・干潟による窒素、リンの固定、溶解、浄化

(1) 目的

三津湾の藻場・干潟の存在、機能の物質収支への寄与を把握する。

(2) 方法

研究事例等の文献収集により行う。

(3) 現時点での結果(例)

著者	文献名	概要
土橋靖史・奥村宏征・国分秀樹・森田晃央 (2009)	英虞湾のアマモ場およびヒトエグサ養殖が湾内の環境に与える影響, 三重水研報告 第17号, 33-44	英虞湾のアマモ 炭素含有率: 32.2~33.7% 窒素含有率: 0.7~1.4%
今村正裕・本多正樹・松梨史郎・川崎保夫 (2006)	アマモ場生態系モデルの開発とその適用, 土木学会論文集 Vol.62 No.2, 229-245	油壺湾のアマモ 葉の窒素含有率: 35.2% 地下茎の窒素含有率: 1.69%
赤澤貴光・石崎修造・桐山隆哉・八並誠 (2003)	藻場による水環境の改善に関する研究, 長崎県衛生公害研究所報 49: 80-83	江上浦のアマモにおけるNP含有量 N: 草体全体0.81%、種1.16% P: 草体全体0.12%、種0.20%
清木徹 (2007)	水環境に対する干潟浄化機能の評価—広島湾の干潟を事例として—, 月刊海洋 39, 609-620	広島湾内の干潟全調査データによるマクロベントス総個体数と脱窒能との関係式 ($y=0.042x+4.37$) 等 y: 脱窒能、x: 個体/m ²

負荷量の算定方法〈参考〉

区分	項目	算定方法
陸域	河川による負荷	<ul style="list-style-type: none"> ■対象河川:高野川、三津大川、木谷郷川 ■使用データ:公共用水域水質測定結果より算出した年間負荷量算定値(1月、8月の日別負荷量の平均値) ■使用期間:2002年～2011年 ■算定方法:p.4参照
	事業場による負荷 (H23報告より変更なし)	<ul style="list-style-type: none"> ■対象施設:特定施設を有し、三津湾沿岸に直接排水を放流している7種11施設 ■使用データ:東広島市資料 ■使用期間:2008～2011年 ■算定方法:事業場の平均日排水量×水質実測値(平均) ※実測のない業種は、「平成21年度 水質汚濁物質排出量 総合調査、平成22年3月、環境省」における代表特定施設別排水濃度平均値を使用。
	浄化センターによる負荷	<ul style="list-style-type: none"> ■対象施設:安芸津浄化センター ■使用データ:東広島市資料 ■使用期間:2011年 ■算定方法:1月、8月 調査時 排水量×水質実測値 (2回平均)
その他	カキ養殖に伴う窒素、リンの集積・沈降	<ul style="list-style-type: none"> ■使用データ:漁業者ヒアリングによるタイプ別筏数 2011年、2012年現地調査結果(セジメントトラップ) ■算定方法:単位面積あたり沈降量×筏面積×筏数
	底質からの負荷	<ul style="list-style-type: none"> ■冬季、夏季とも、溶出は殆ど確認されていない。

三津湾における窒素のながれ

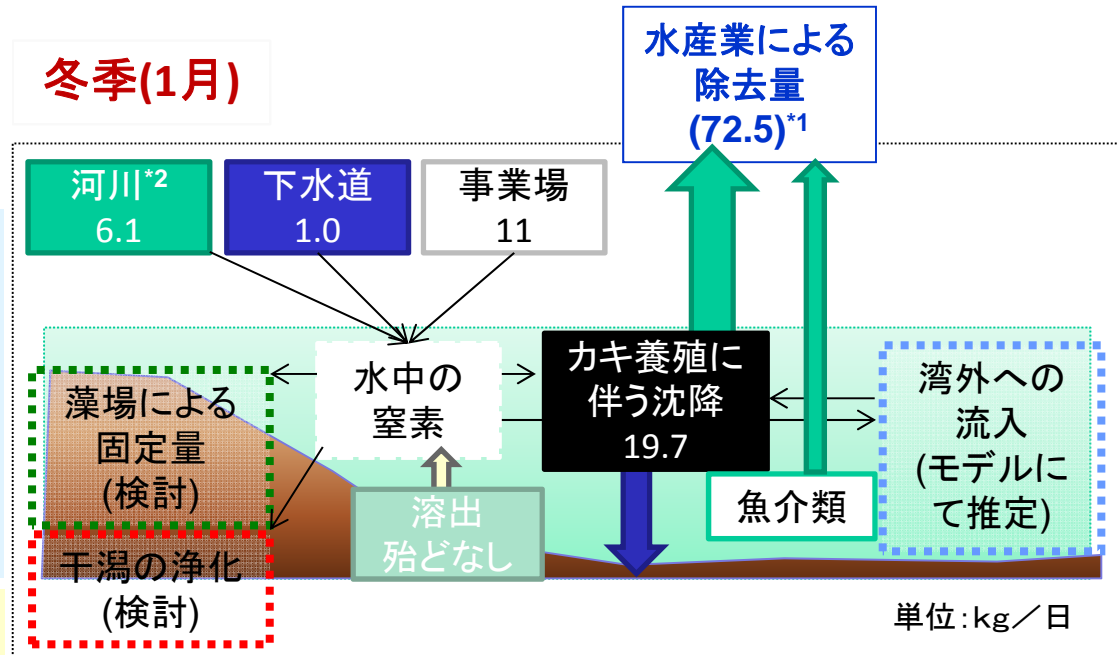
※T-Nで計算

- 【冬季】
- ・ 陸域からの流入負荷 約18kg/日
 - ・ カキ養殖に伴う沈降 約20kg/日
 - ・ 水産業に伴う除去量 約73kg/日

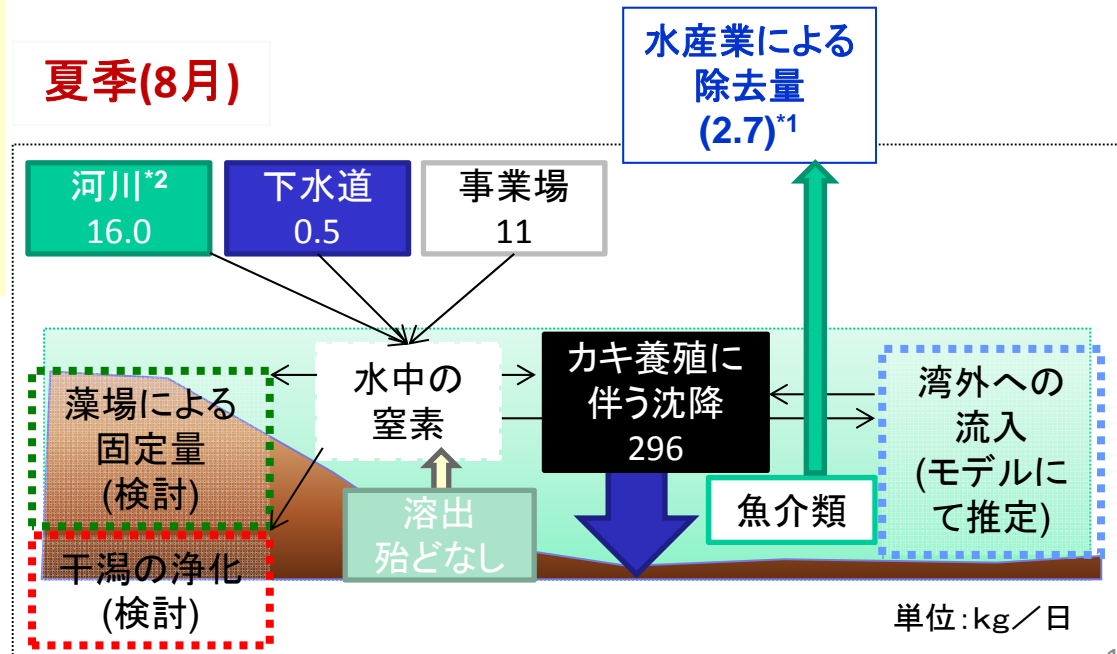
- 【夏季】
- ・ 陸域からの流入負荷 約28kg/日
 - ・ カキ養殖に伴う沈降 約296kg/日
 - ・ 水産業に伴う除去量 約3kg/日

- *1: (カッコ)の数字は参考値として示す。なお、魚介類は広島農林水産統計年報による年間漁獲量を365日で除し、カキ養殖は同資料を収穫期を想定した212日(11月~5月)で除した値である。
 *2: 河川の負荷量は、冬季は2011年1月、夏季は2011年8月を対象に算出した日別負荷量の月平均値を示す。
 *3: 下水道、事業場の負荷量は、p.14に示す手法により算出した値を使用した。

冬季(1月)



夏季(8月)



三津湾におけるリンのながれ

※T-Pで計算

- 【冬季】
- ・ 陸域からの流入負荷 約3kg/日
 - ・ カキ養殖に伴う沈降 約2kg/日
 - ・ 水産業に伴う除去量 約4kg/日

- 【夏季】
- ・ 陸域からの流入負荷 約4kg/日
 - ・ カキ養殖に伴う沈降 約43kg/日
 - ・ 水産業に伴う除去量 約0.3kg/日

- *1: (カッコ)の数字は参考値として示す。なお、魚介類は広島農林水産統計年報による年間漁獲量を365日で除し、カキ養殖は同資料を収穫期を想定した212日(11月~5月)で除した値である。
- *2: 河川の負荷量は、冬季は2011年1月、夏季は2011年8月を対象に算出した日別負荷量の月平均値を示す。
- *3: 下水道、事業場の負荷量は、p.14に示す手法により算出した値を使用した。

