



第13回水循環小委員会資料

平成27年3月24日

目次

1. 久著呂川流域の物質循環の検討経緯
 - 1-1. 水循環小委員会の検討経緯
 - 1-2. 久著呂川流域の物質循環の検討の経過
2. 久著呂川流域の物質循環の検討について
 - 2-1. 流域の課題
 - 2-2. 久著呂川の水質
3. 久著呂川流域栄養塩負荷の実態
 - 3-1. 負荷量の推定方法
 - 3-2. 負荷量の推定
4. まとめ

1. 久著呂川流域の物質循環の検討経緯

1-1. 水循環小委員会の検討経緯

水循環小委員会の目標

『水・物質循環系の保全』のために達成すべき目標

目標①: 湿原再生のための望ましい(1980年※以前の)地下水位を保全する。

目標②: 釧路川流域の水・物質循環メカニズムを把握し、湿原再生の各種施策の手法の検討や評価が可能となるようにする。

目標③: 湿原や湖沼、河川に流入する水質が良好に保たれるように、栄養塩や汚濁物質の負荷を抑制する。

上記の目標は、「釧路湿原自然再生全体構想」に示された目標等を踏まえ、第4回水循環小委員会（H17. 6. 2）で議論されて設定された目標である。

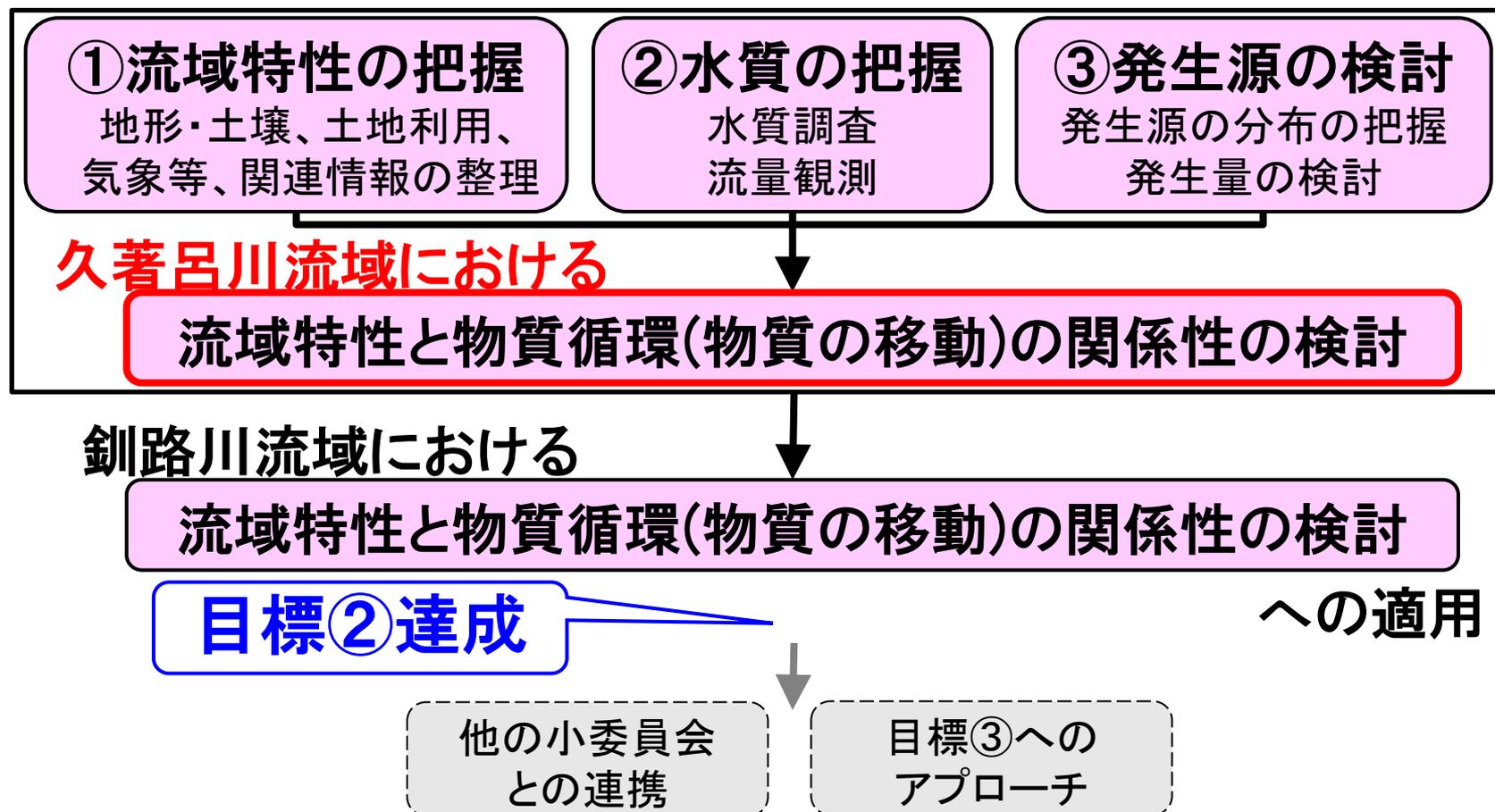
なお、目標③については流域全体での取り組みが必要な項目であり、各小委員会での検討を踏まえ、釧路湿原自然再生協議会全体として取り組むべき課題と整理できる。

※釧路湿原がラムサール条約（正式名：特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約）の登録湿地に登録された年

1-1 水循環小委員会の検討経緯

目 標	目標達成のための実施内容
目標②: 釧路川流域の 水・物質循環メカニズムを把握	<ul style="list-style-type: none">・気象、水文情報を把握する。・水理地質構造を把握する。・水収支、水の移動に伴う物質動態を把握する。・流域の水・物質循環を推定する。

検 討 方 針



1-2. 久著呂川流域の物質循環の検討の経過

1-2 久著呂川流域の物質循環の検討の経過

平成25年度の検討のまとめ

【久著呂川流域の流域特性の変遷】

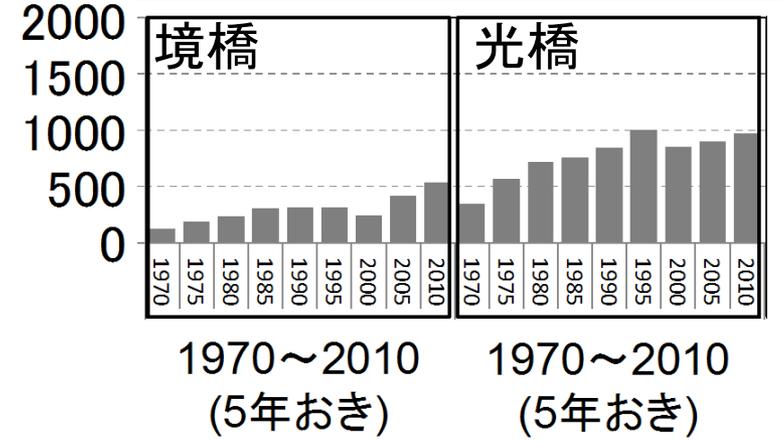
・乳用牛の飼養頭数は増加している。

【久著呂川流域の最近10年間の水質、栄養塩負荷量】

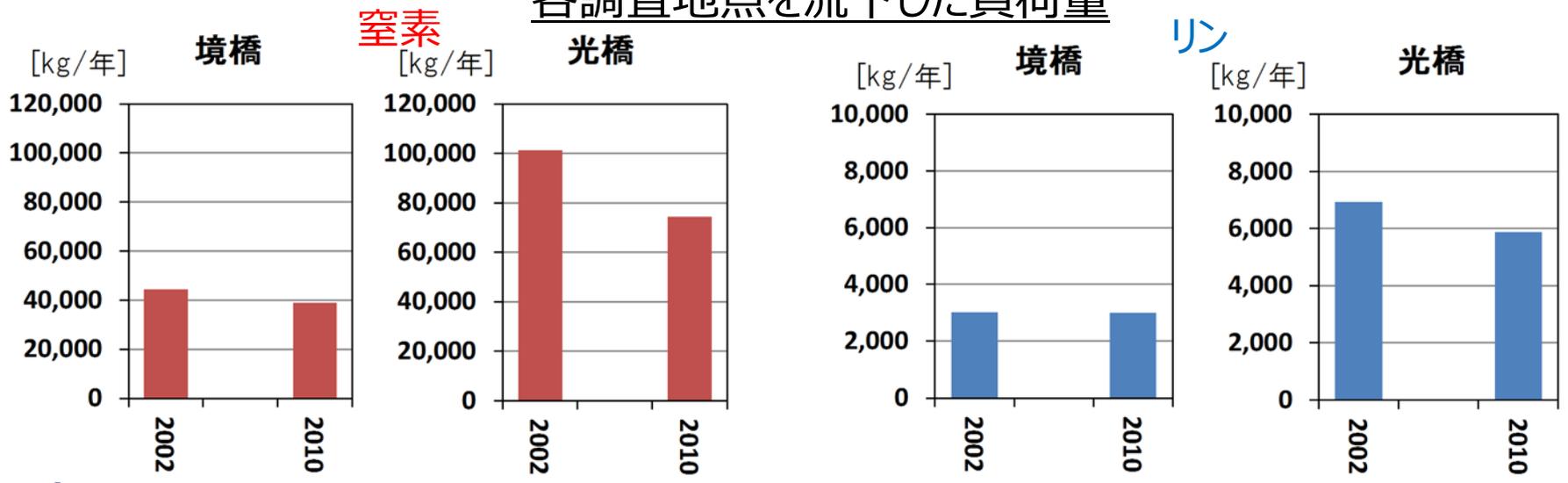
・久著呂川流域の水質は、最近10年間で大きな変化がみられない。

調査地点が受け持つ

(頭) 各流域の乳用牛飼養頭数の変化



各調査地点を流下した負荷量



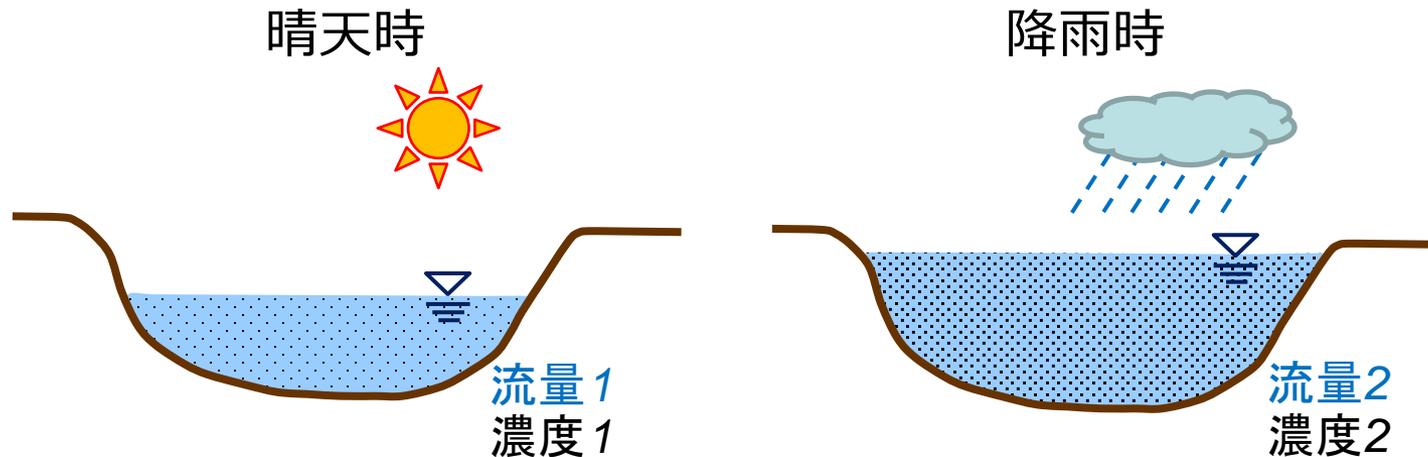
平成26年度の検討項目・検討方法

【水質の把握】

- ・雨が降った時と降っていない時の河川の水質調査を行った。
- ・各調査地点のデータを整理し、河川流量と窒素やリン等の関係を表した。

【栄養塩負荷量の推定】

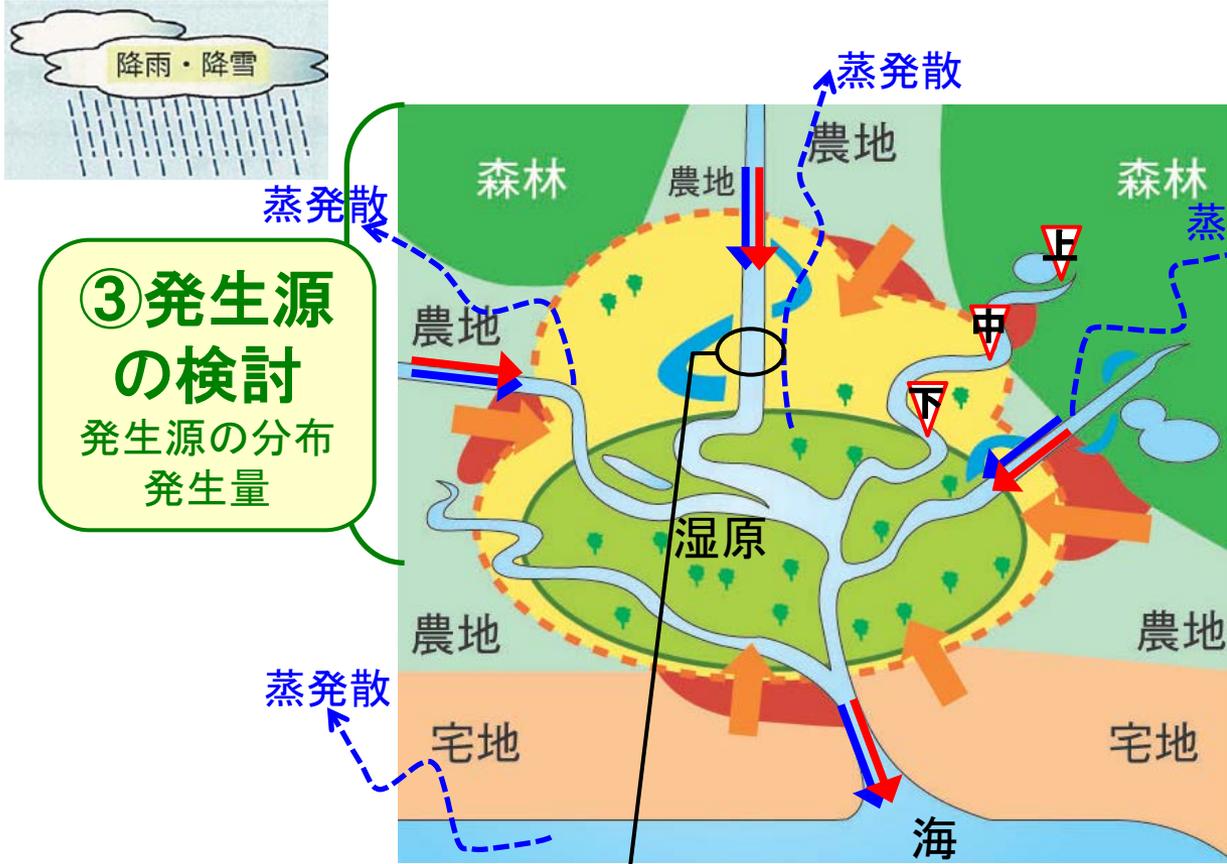
- ・各調査地点の栄養塩(窒素やリン)の年間負荷量を推定した。



2. 久著呂川流域の物質循環の検討について

2-1. 流域の課題

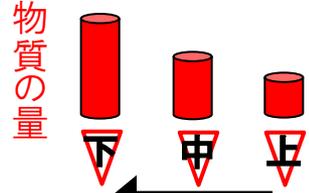
2-1 流域の課題



③発生源の検討
 発生源の分布
 発生量

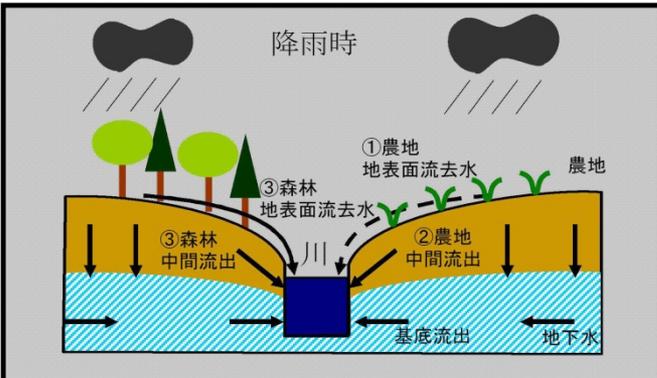
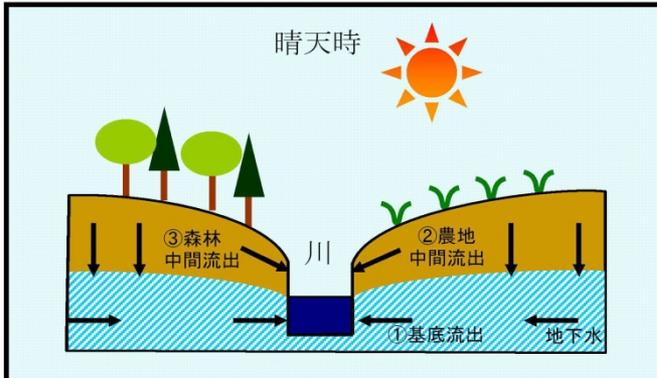
①流域特性の把握
 地形・土壌、土地利用、気象等

②水質の把握
 水質、流量



水に伴い**物質**も移動
 下流ほど**物質**の量が増える

栄養塩(窒素、リン)



- ← 水の移動
- ← 物質の移動
- : 湿原の面積を表す
- : 良好な湿原の面積を表す
- : 未利用地
- ➡ : 流域からの負荷の大きさを表す

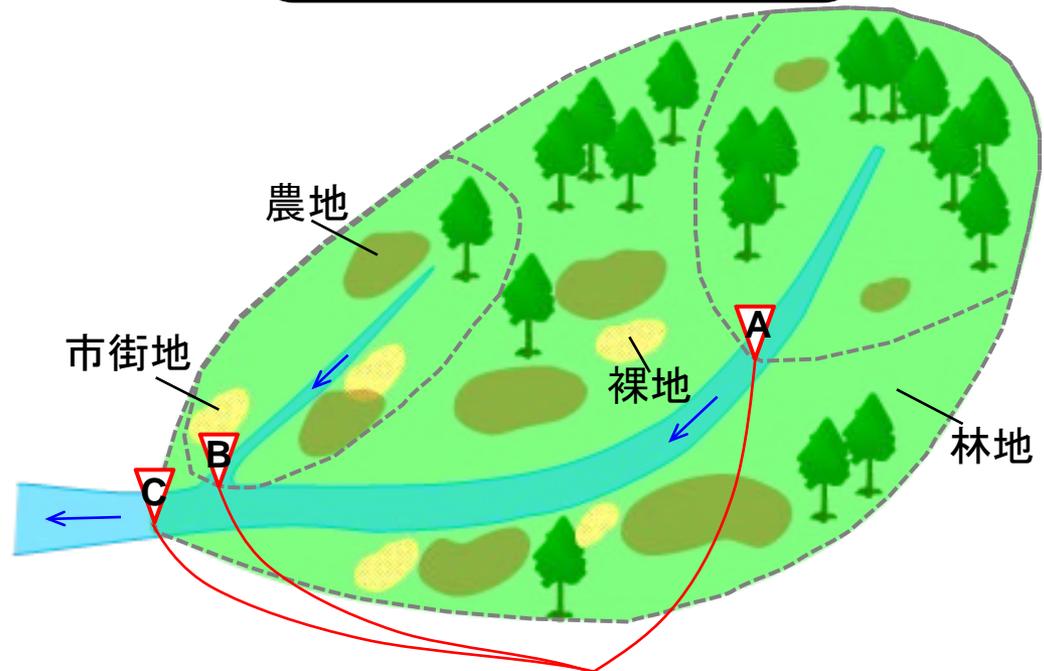
(釧路湿原自然再生全体構想より引用・加筆)

水質形成の概念図

(第2回水循環小委員会資料を再掲)

①流域特性の把握

地形・土壌、土地利用、
気象等、関連情報の整理



②水質の把握

水質調査、流量観測

③発生源の検討

発生源の分布の把握
発生量の検討

水質	C	B	A
流域面積 土地利用割合			
物質の量			
	⋮	⋮	⋮

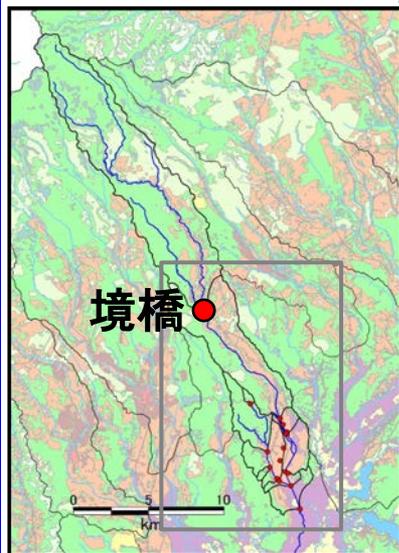
久著呂川流域における

流域特性と物質循環(物質の移動)の関係性の検討

2-2. 久著呂川の水質

2-2 久著呂川の水質

水質調査の代表地点



久著呂川



久著呂川



オンネナイ川

2-2 久著呂川の水質

水質調査の代表地点

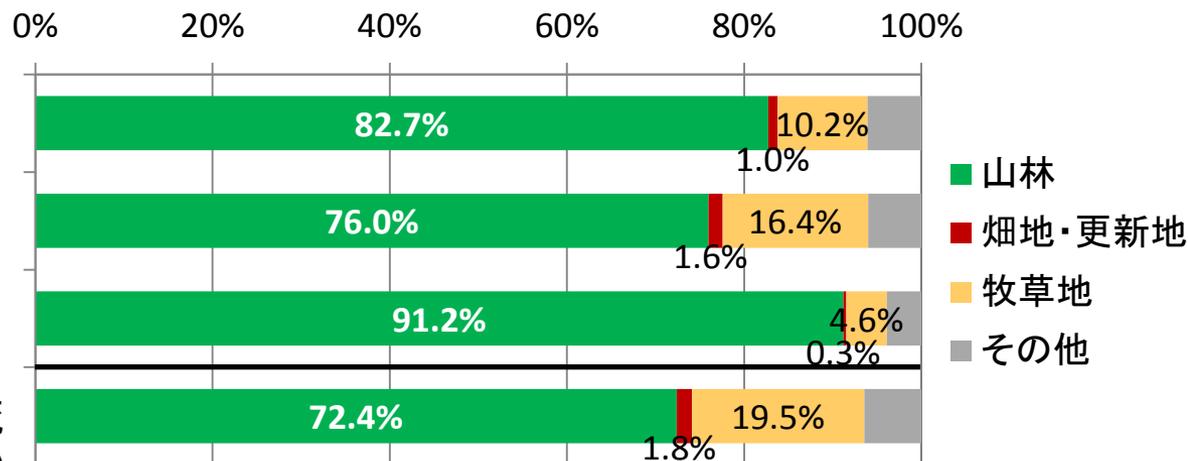


河川	地点	流域面積 [km ²]	土地利用別面積[km ²]				流域の人口* ¹ [人]	牛の飼養頭数* ² [頭]
			山林	畑地・更新地	牧草地	その他		
久著呂川	境橋	71.5	59.14	0.74	7.26	4.33	36	535
	光橋	99.0	75.29	1.59	16.27	5.94	126	970
オンネナイ川	稔橋	8.27	7.54	0.03	0.38	0.32	3	0

*1) 2010年国勢調査500mメッシュデータより

*2) 2010年世界農林業センサスより

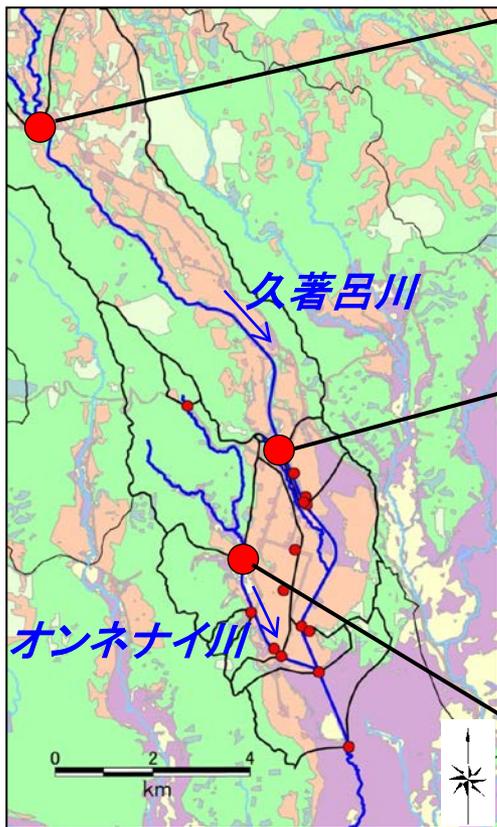
稔橋の飼養頭数は、空中写真より判読



土砂調整地下流 (久著呂川流域)

2-2 久著呂川の水質 代表地点の水質(2014年)

SS 水中に浮遊または懸濁している物質のこと

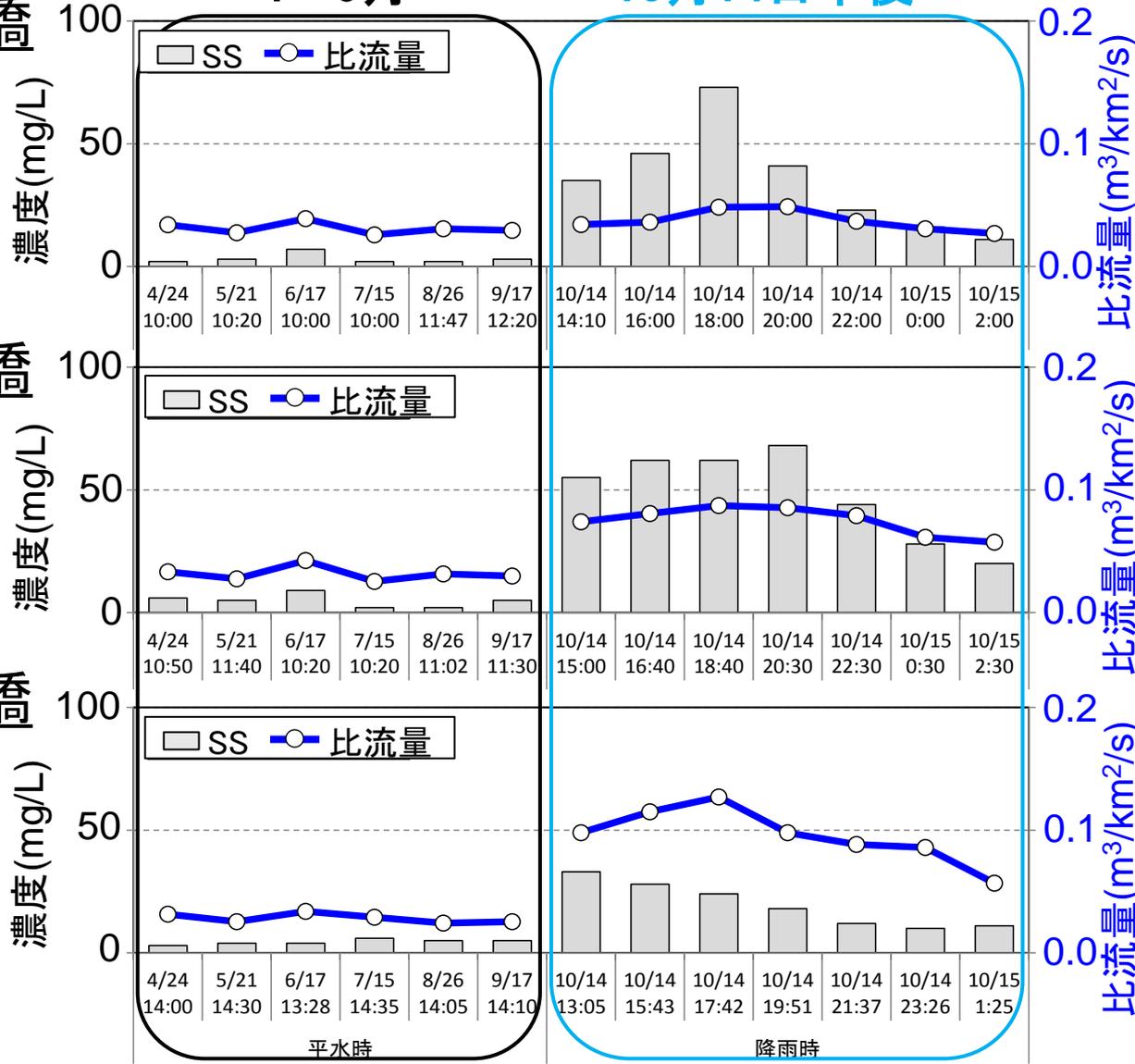


● 水質調査地点

・降雨時は、平水時より濃度が上昇した。
 ・流量減少に伴い、濃度が低下した。

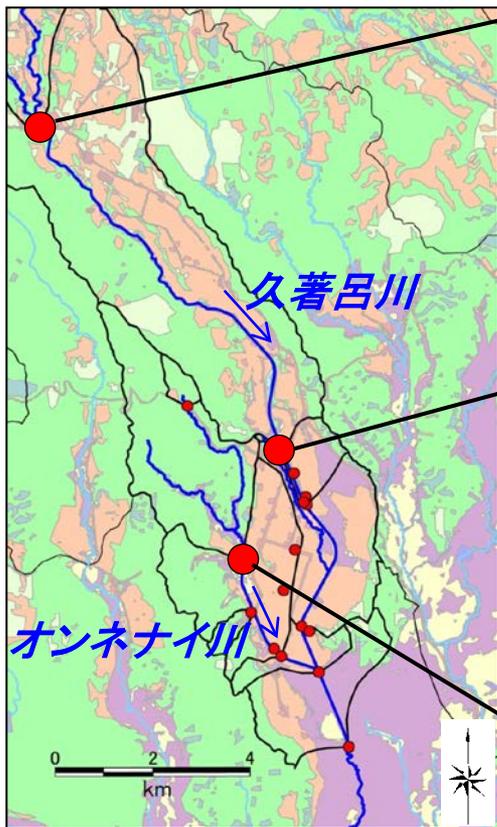
平水時 1回/月
4~9月

降雨時 1回/2時間
10月14日午後~



2-2 久著呂川の水質 代表地点の水質(2014年)

窒素



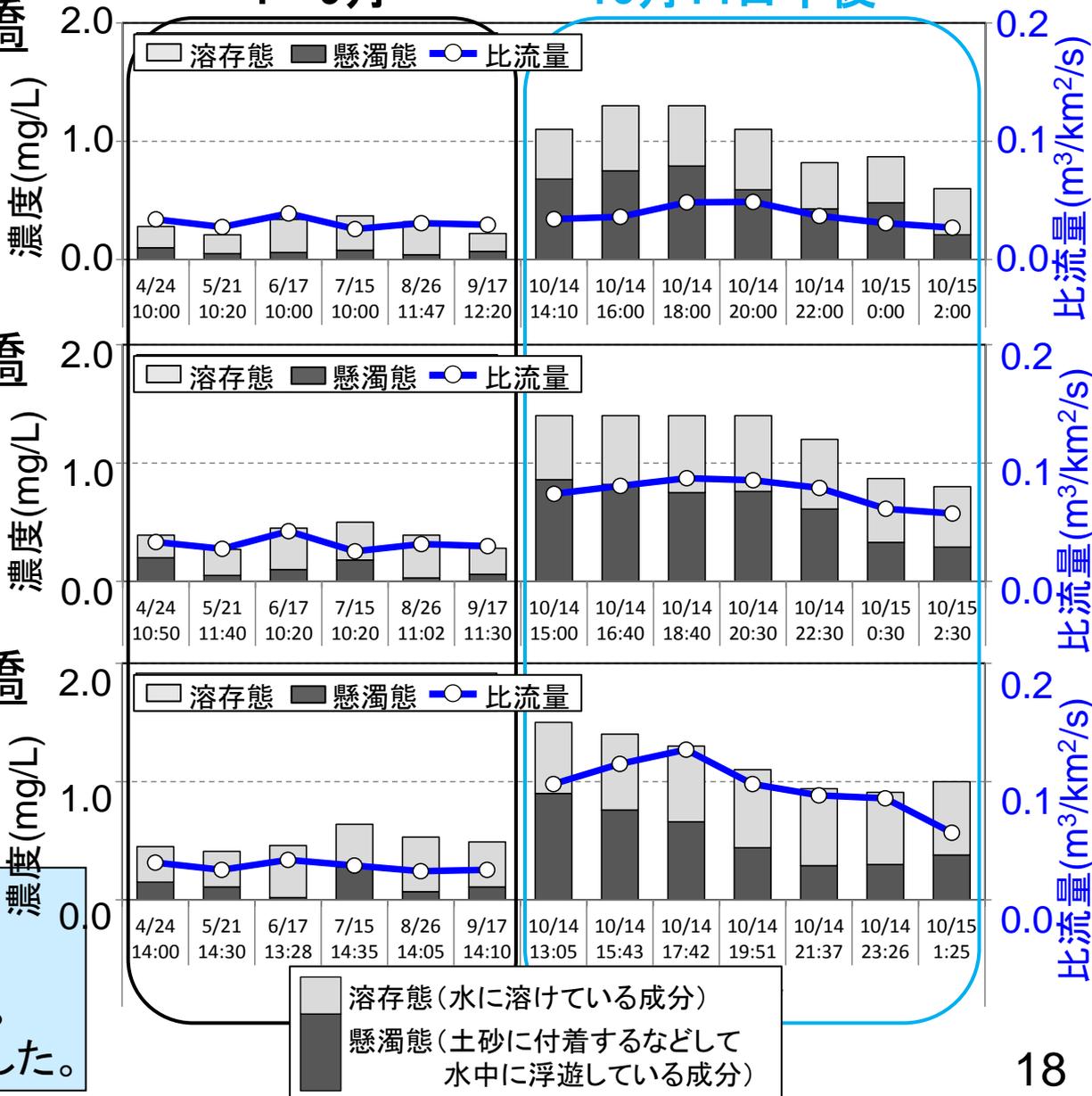
境橋

光橋

稔橋

平水時 1回/月
4~9月

降雨時 1回/2時間
10月14日午後~



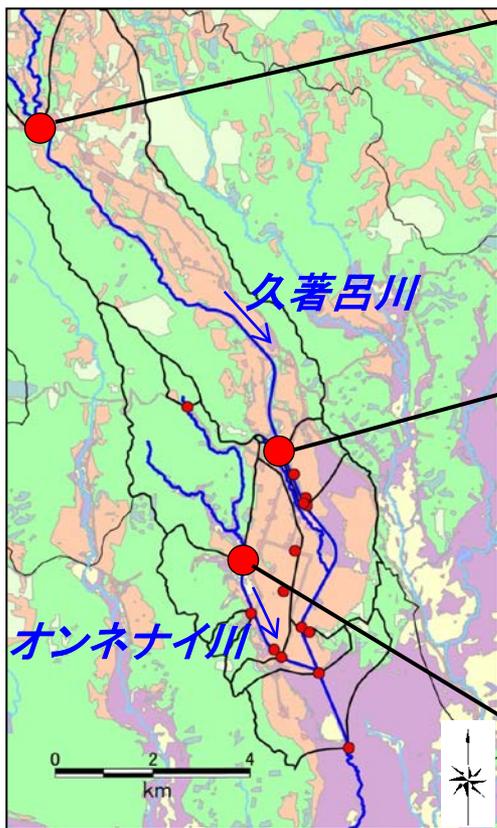
- ・降雨時は、平水時より濃度が上昇した。
- ・特に懸濁態の濃度が上昇した。
- ・流量減少に伴い、濃度が低下した。

2-2 久著呂川の水質 代表地点の水質(2014年)

リン

平水時 1回/月
4~9月

降雨時 1回/2時間
10月14日午後~

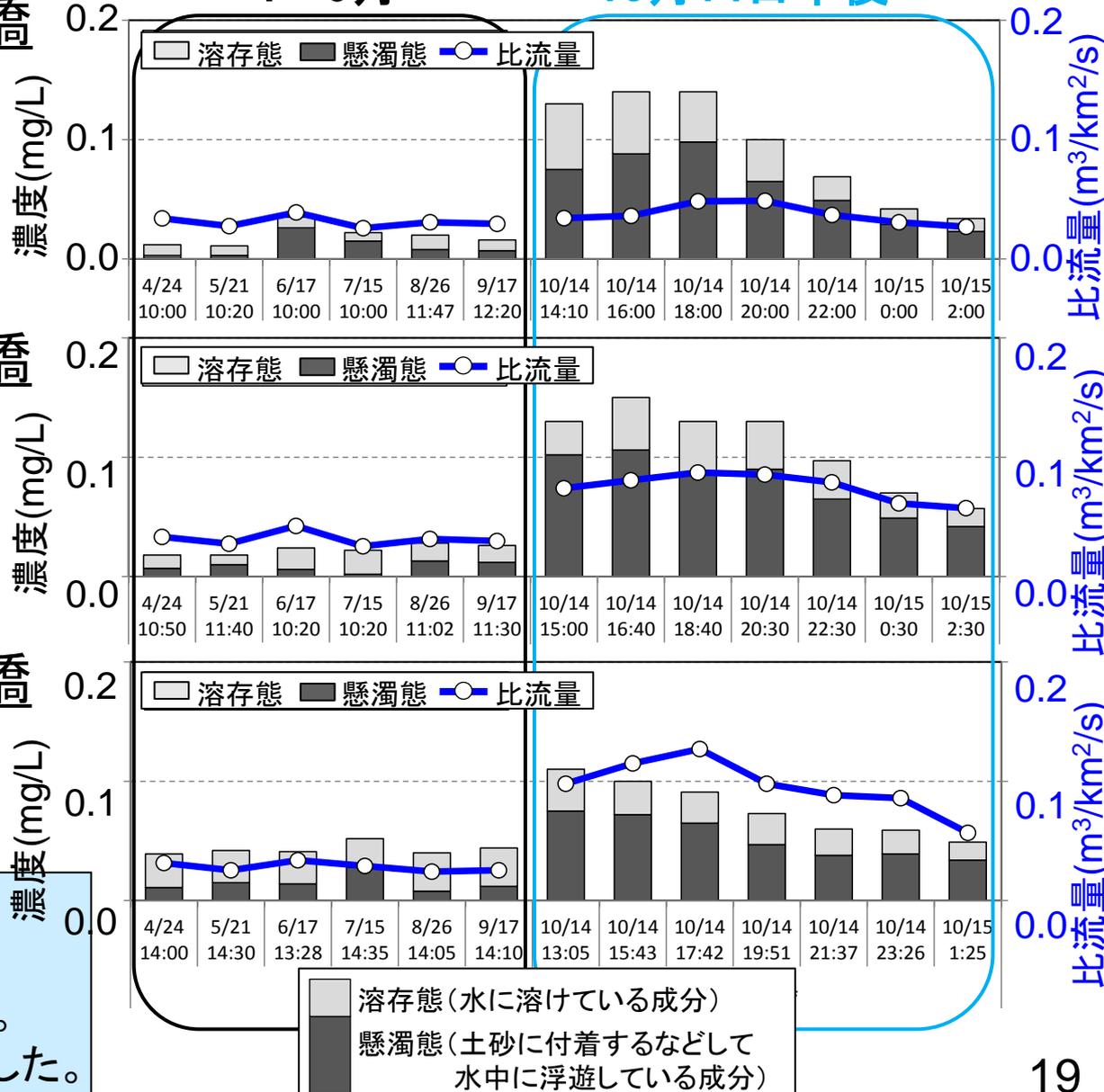


境橋

光橋

稔橋

● 水質調査地点



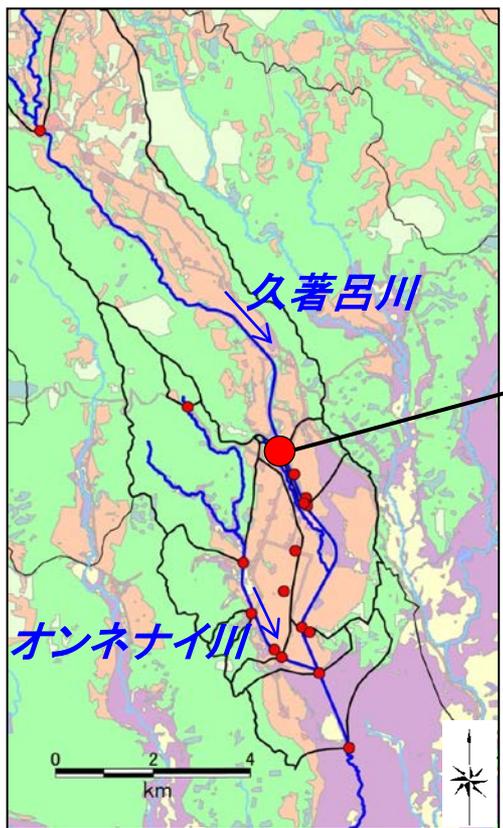
- ・降雨時は、平水時より濃度が上昇した。
- ・特に懸濁態の濃度が上昇した。
- ・流量減少に伴い、濃度が低下した。

溶存態(水に溶けている成分)
懸濁態(土砂に付着するなどして水中に浮遊している成分)

2-2 久著呂川の水質 降雨時の水質変化

SS

濃度の経時変化 2002年 7月



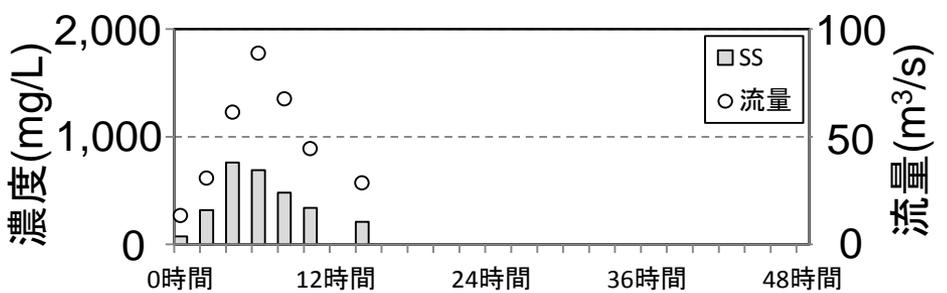
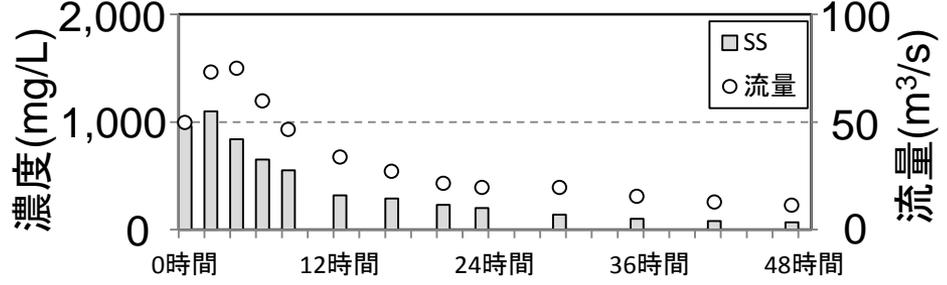
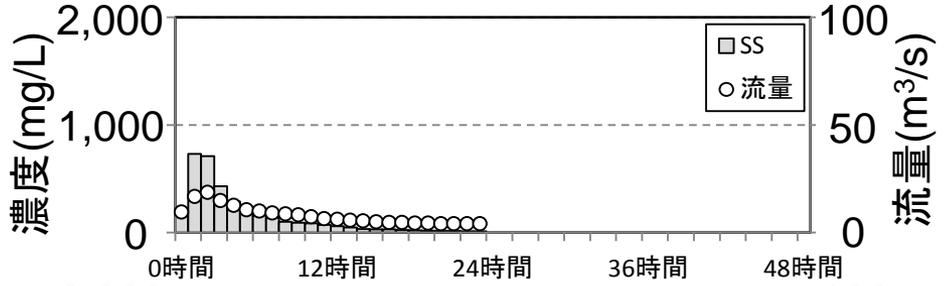
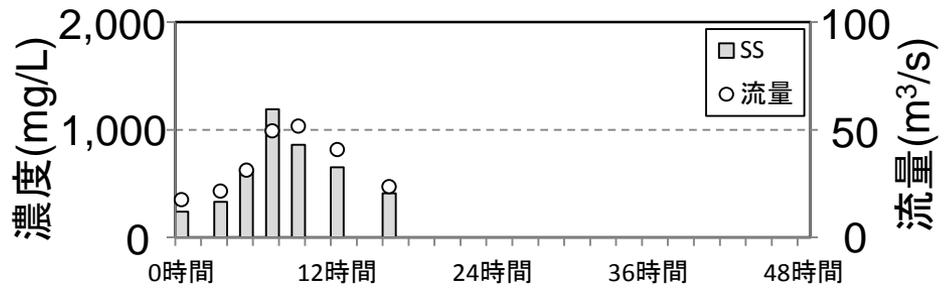
● 水質調査地点

光橋

2009年 12月

2013年 4月

2013年 10月

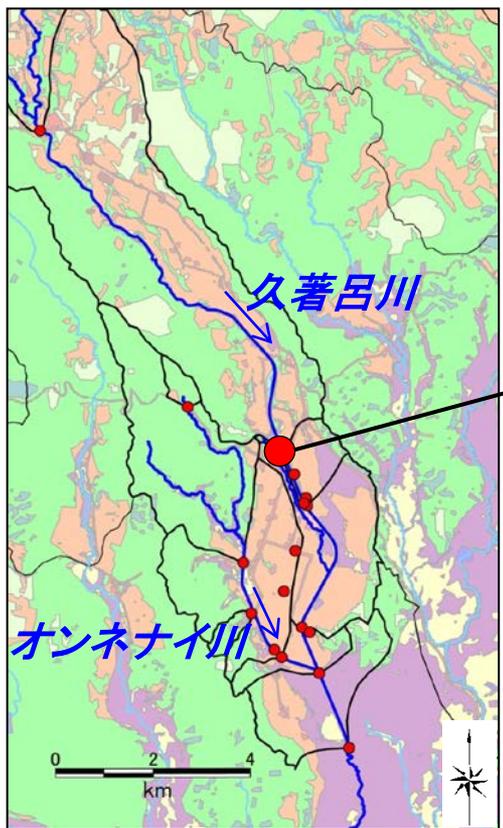


・SS濃度は、流量の減少に追従して低下し、高濃度のままで留まらなかった。

2-2 久著呂川の水質 降雨時の水質変化

窒素

濃度の経時変化 2002年 7月

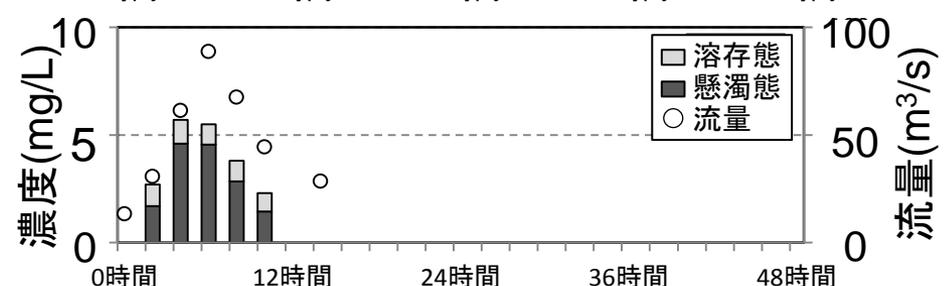
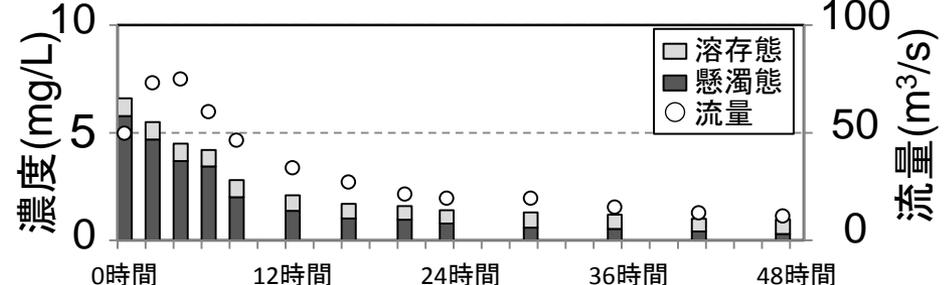
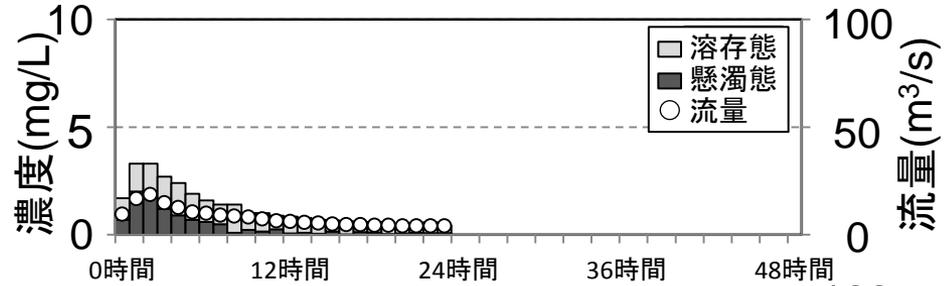
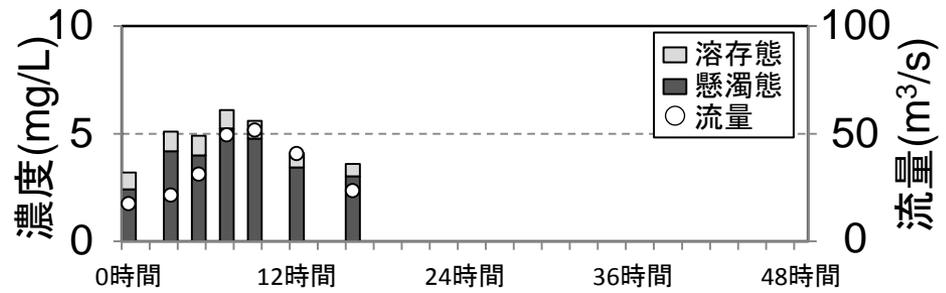


光橋

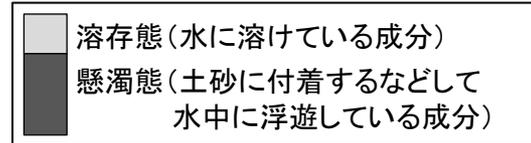
2009年 12月

2013年 4月

2013年 10月



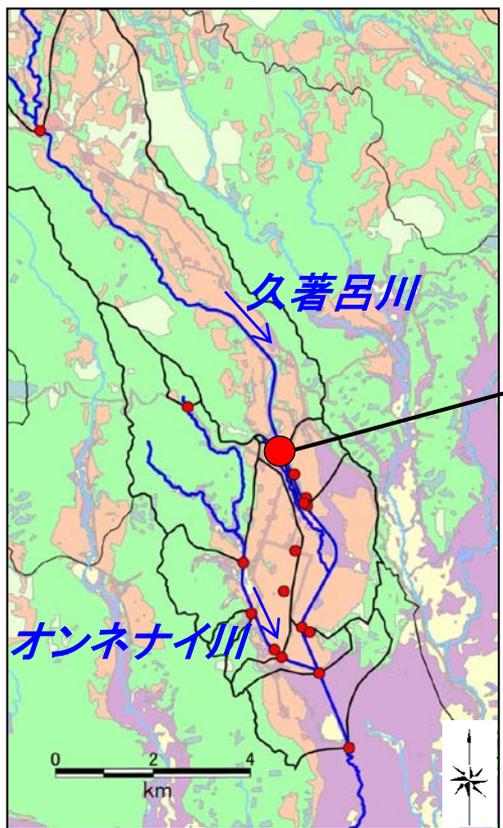
・窒素濃度は、流量の減少に伴い低下し、高濃度のままで留まらなかった。



2-2 久著呂川の水質 降雨時の水質変化

リン

濃度の経時変化 2002年 7月

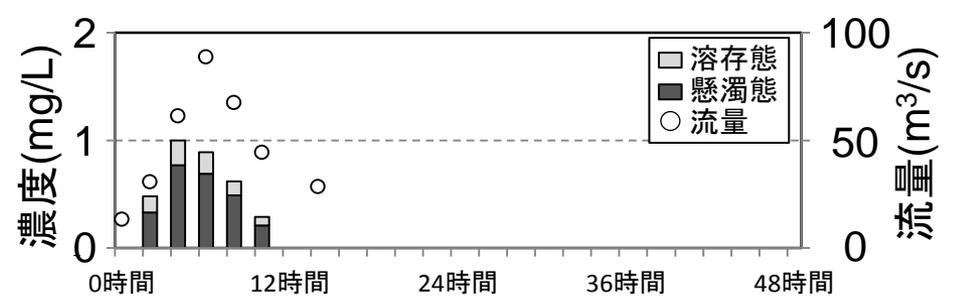
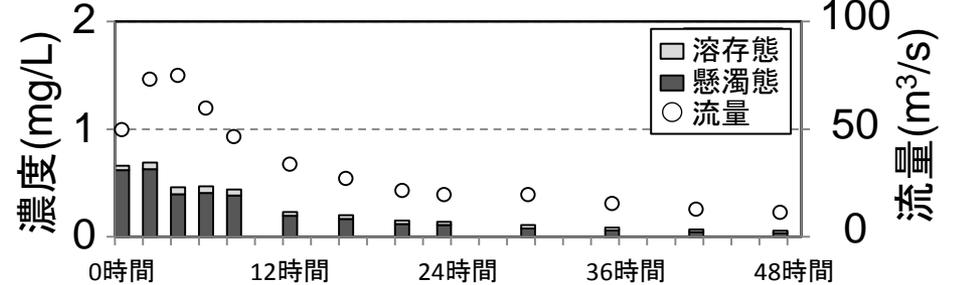
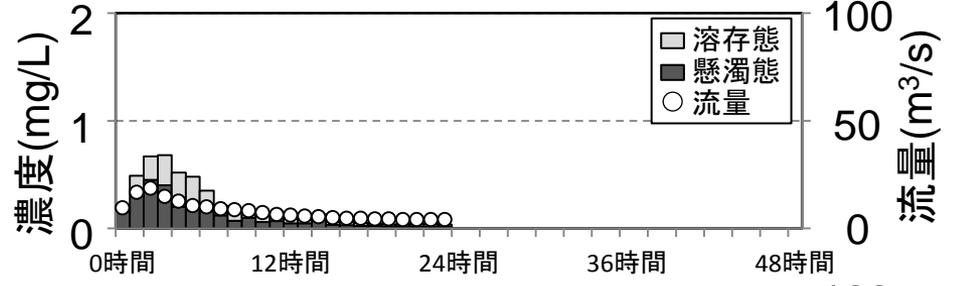
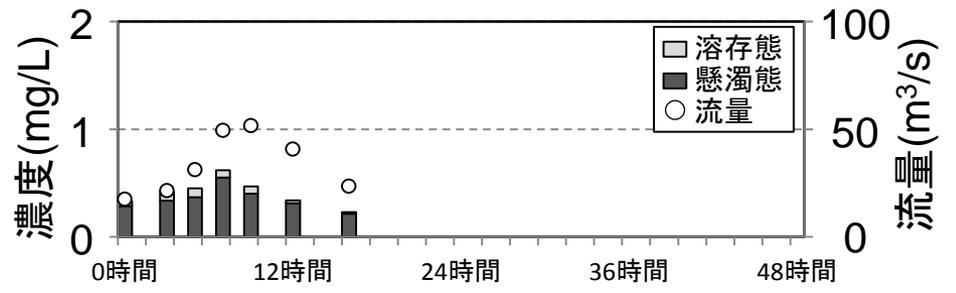


光橋

2009年 12月

2013年 4月

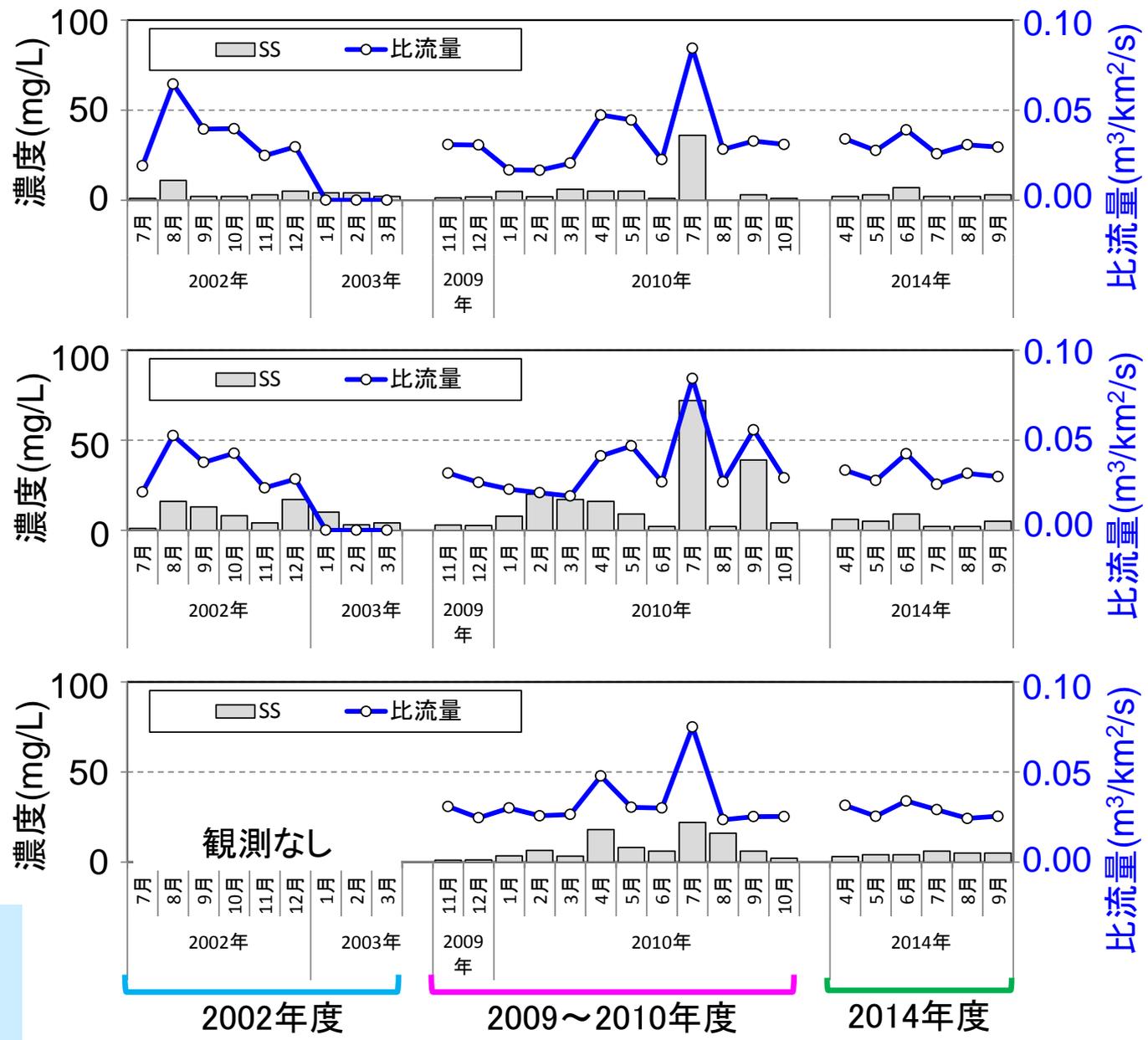
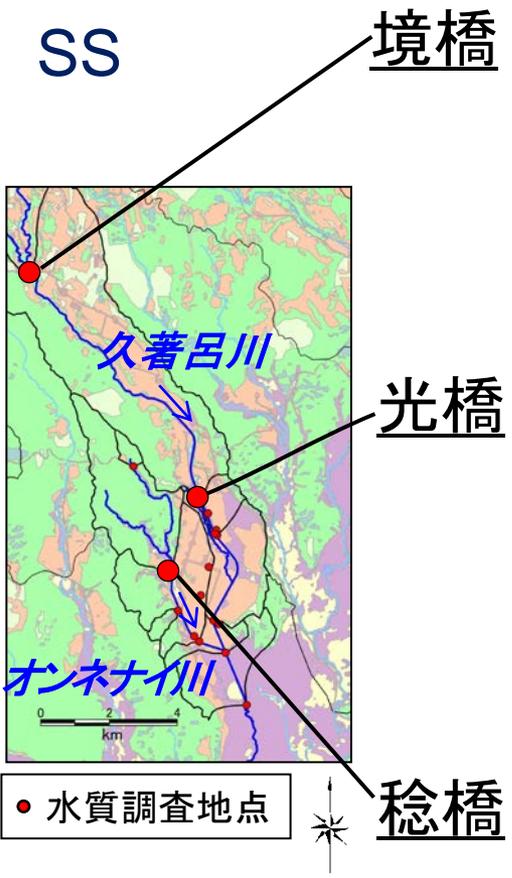
2013年 10月



・リン濃度は、流量の減少に伴い低下し、高濃度のままで留まらなかった。

溶存態(水に溶けている成分)
懸濁態(土砂に付着するなどして水中に浮遊している成分)

2-2 久著呂川の水質 平水時の水質 (2002, 2009~2010, 2014年)

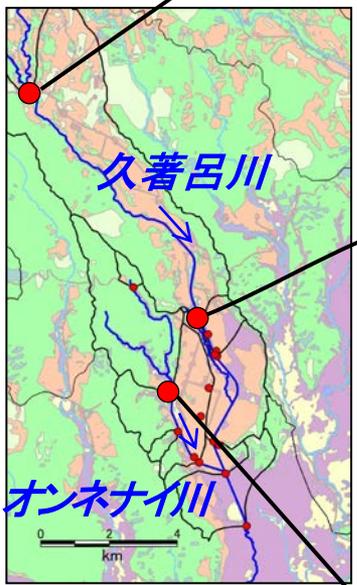


・降雨時と比較すると平水時のSS濃度は低かった。

2-2 久著呂川の水質 平水時の水質 (2002, 2009~2010, 2014年)

窒素

境橋

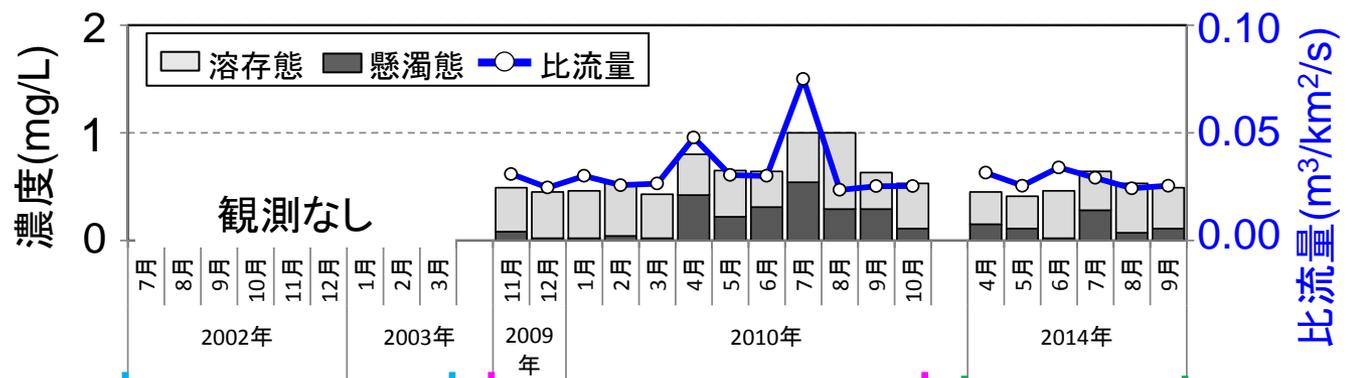
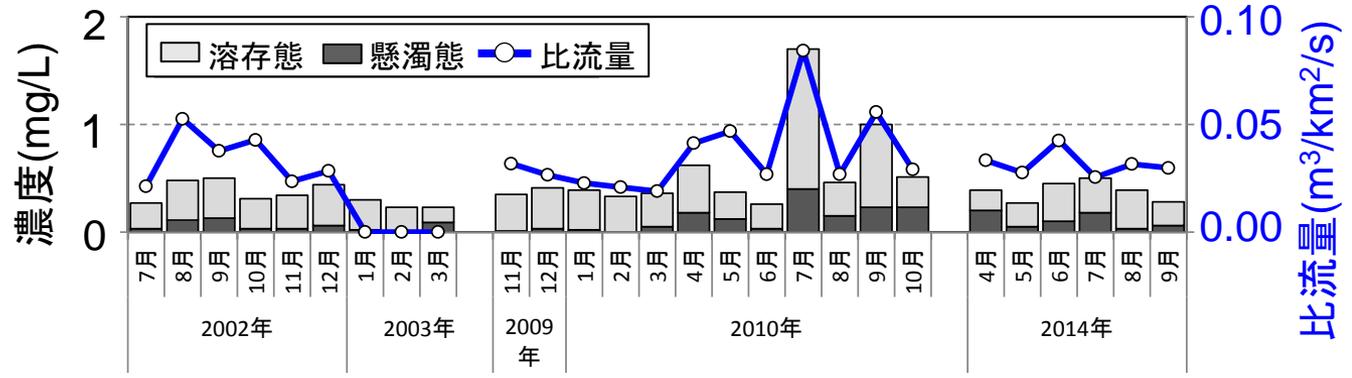
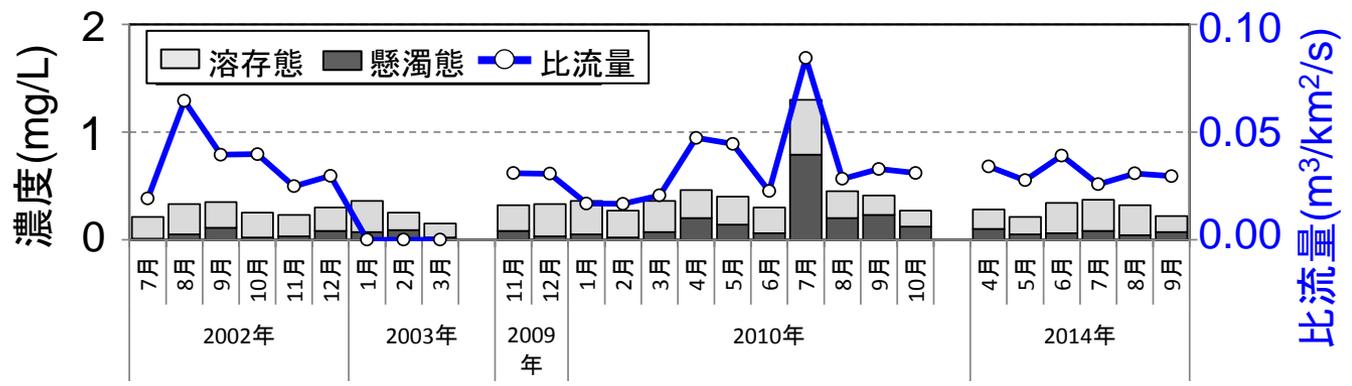


光橋

● 水質調査地点

稔橋

- ・降雨時と比較すると平水時の窒素濃度は低かった。
- ・溶存態の割合が高く、特に冬季にその傾向が見られた。

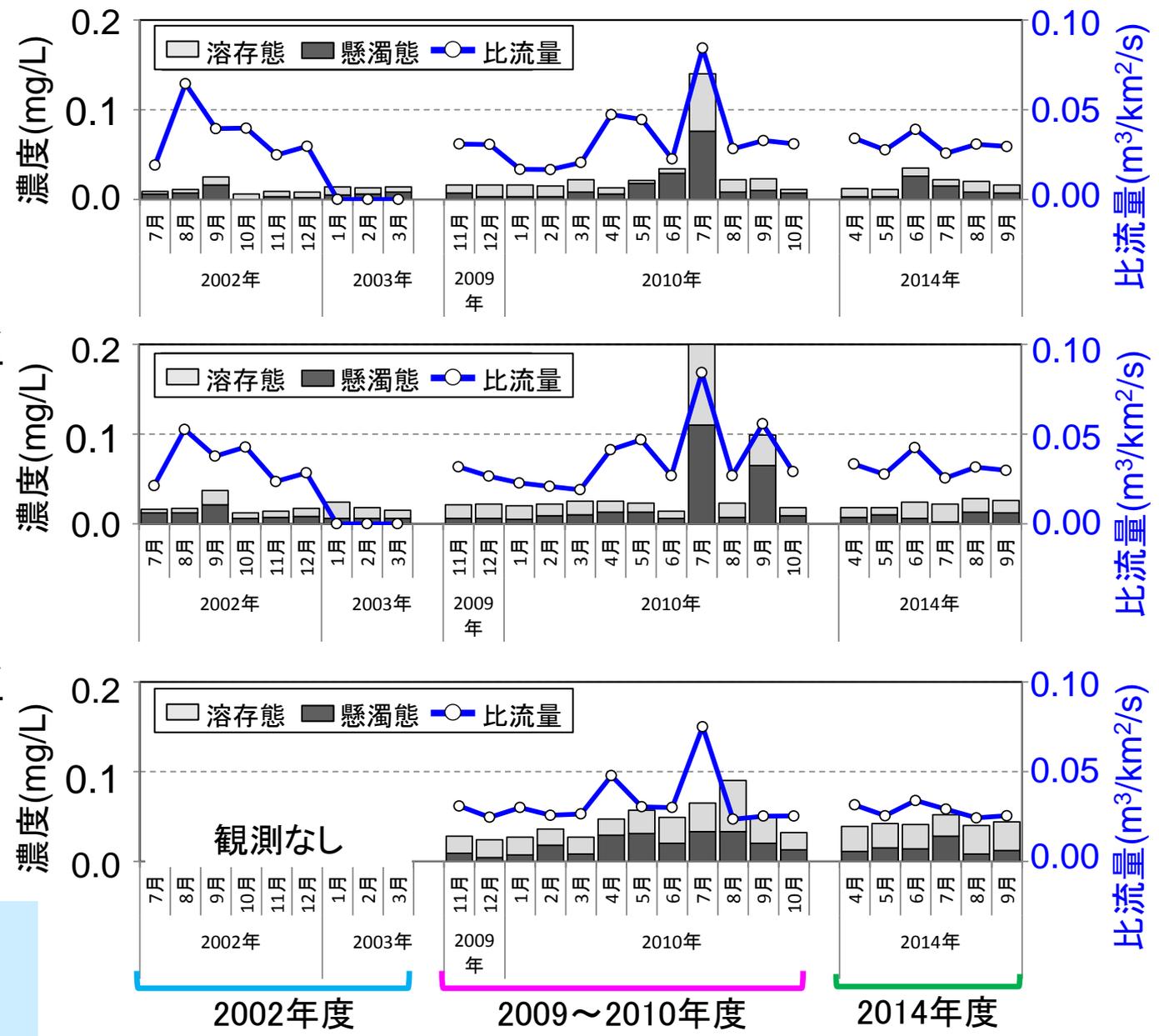
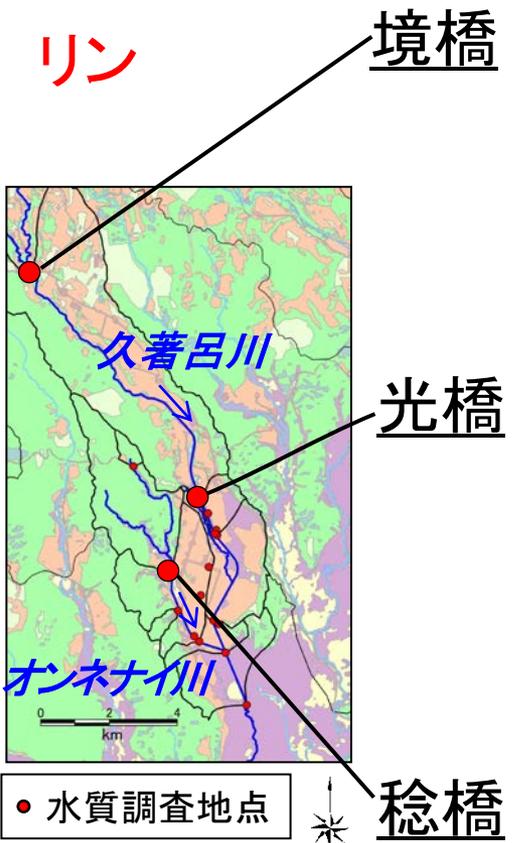


2002年度

2009~2010年度

2014年度

2-2 久著呂川の水質 平水時の水質 (2002, 2009~2010, 2014年)



・降雨時と比較すると平水時のリン濃度は低かった。

平水時の水質の挙動

- ・降雨時と比較し、SS,窒素,リンの濃度は低かった。
- ・降雨時と比較し、窒素,リンの溶存態の割合は大きい値だった。
- ・溶存態の割合が大きい傾向は、特に窒素の冬季の値に見られた。

降雨時の水質の挙動

- ・平水時と比較し、SS,窒素,リンの濃度は高かった。
- ・河川流量の増加・減少にしたがい、SS,窒素,リンの濃度が上昇・低下した。
- ・平水時と比較し、窒素、リンの懸濁態の割合は大きい値だった。
- ・河川の出水に伴う高濃度のSS,窒素,リンは、
河川流量の減少とともに低下し、長く継続するものではなかった。

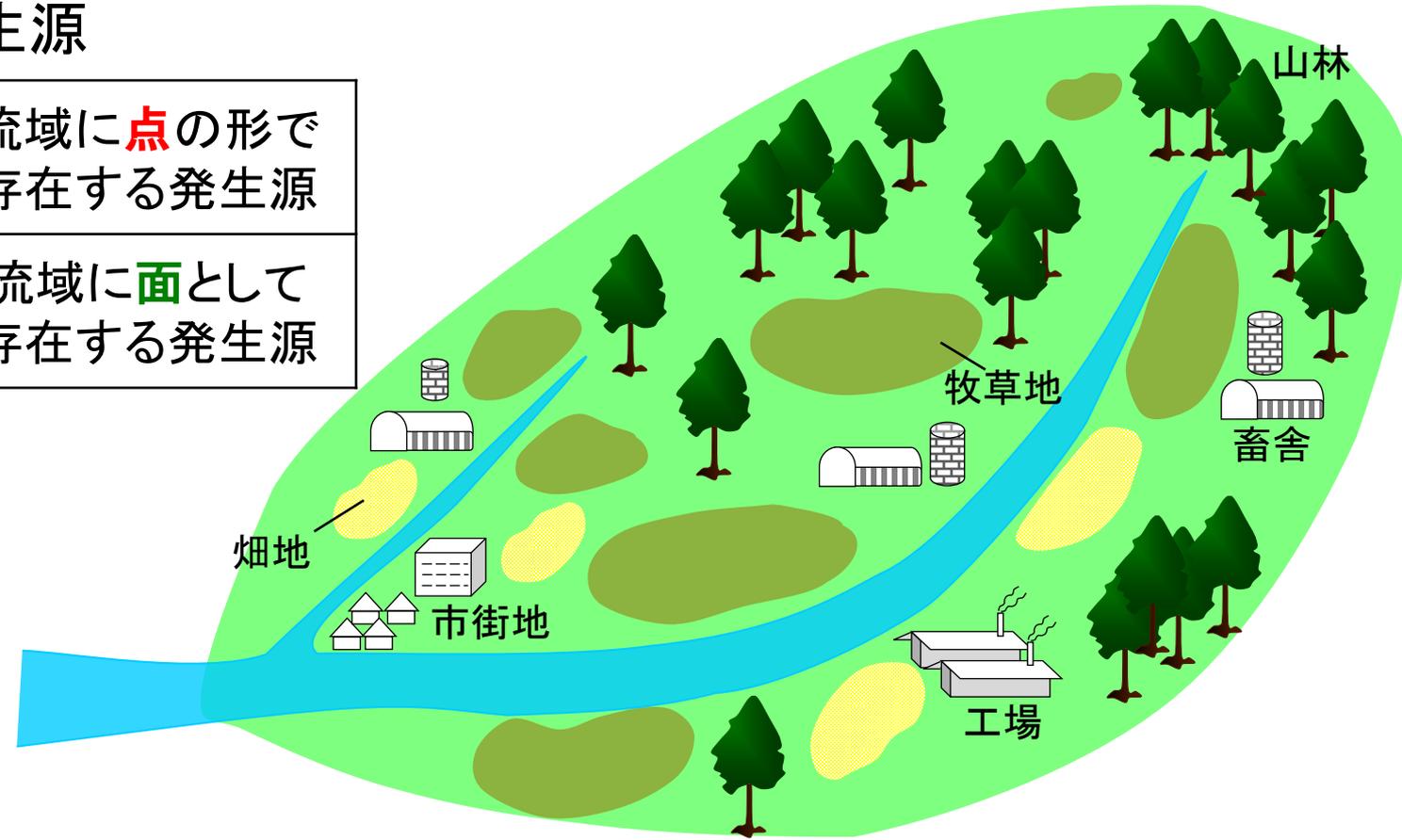
3. 久著呂川流域の栄養塩負荷の実態

3-1. 負荷量の推定方法

3-1 負荷量の推定方法

栄養塩の発生源

点源 特定発生源	流域に 点 の形で 存在する発生源
面源 非特定発生源	流域に 面 として 存在する発生源



流出負荷量 — 点源負荷量 点源からの負荷量
河川に流出した負荷量 — 面源負荷量 面源からの負荷量

$$\text{流出負荷量} = \text{点源負荷量} + \text{面源負荷量}$$

3-1 負荷量の推定方法

流出負荷量

負荷量は、河川の流量と一定の関係がある。

→ 河川流量から負荷量を推定する。

点源負荷量

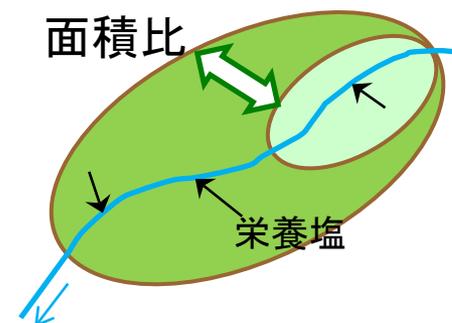
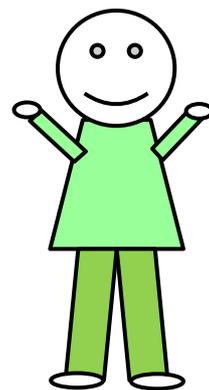
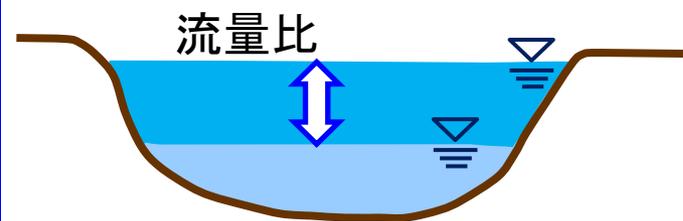
人から発生する負荷量。

→ ひとり分の負荷量を人数分累積する。

面源負荷量

単位面積あたりの負荷量は土地区分ごとに一定。

→ 土地区分ごとの面積から負荷量を推定する。



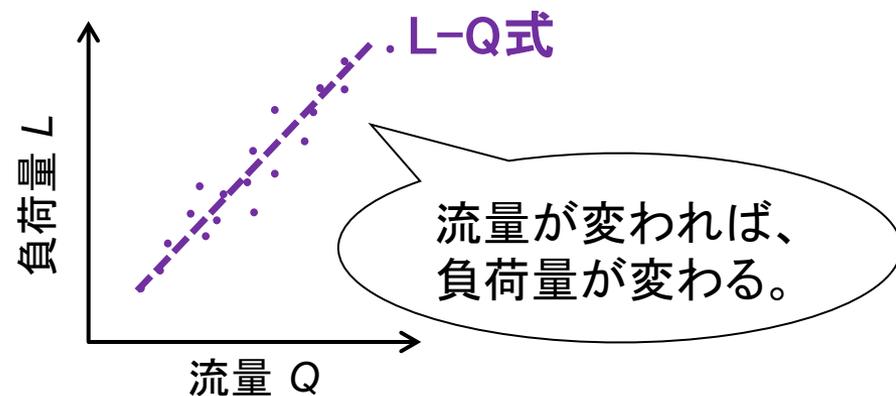
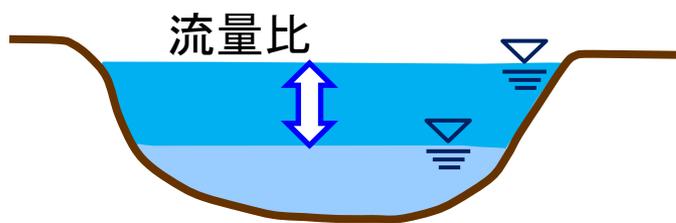
3-2. 負荷量の推定

流出負荷量の推定方法

… 河川流量と栄養塩負荷量の関係から推定

【考え方】負荷量は、河川の流量と一定の関係がある。

負荷量と流量の関係式 (L-Q式)



水質調査結果から、1日分の負荷量を推定

↓ 1年分足し合わせる

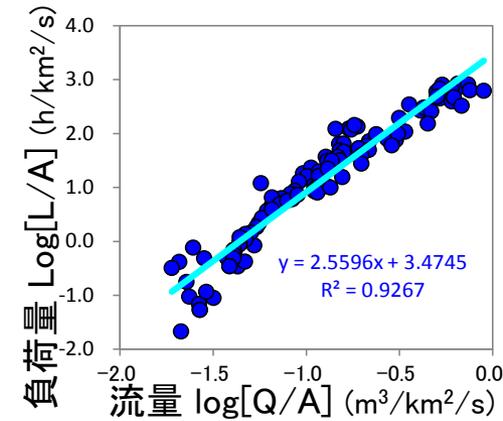
年間流出負荷量

3-2 負荷量の推定 (1) 流出負荷量

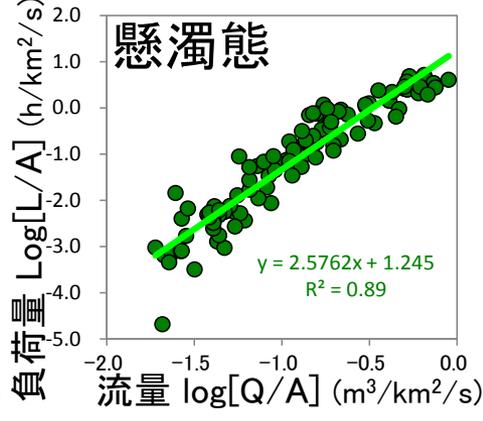
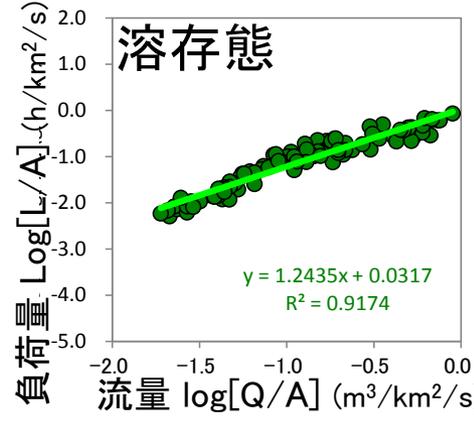
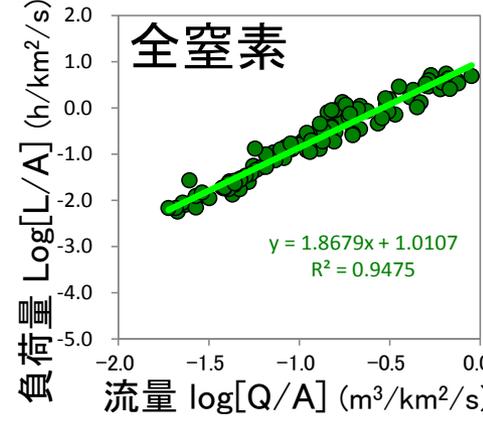
流出負荷量の推定

水質調査結果による
負荷量Lと流量Qの
関係式(L-Q式)

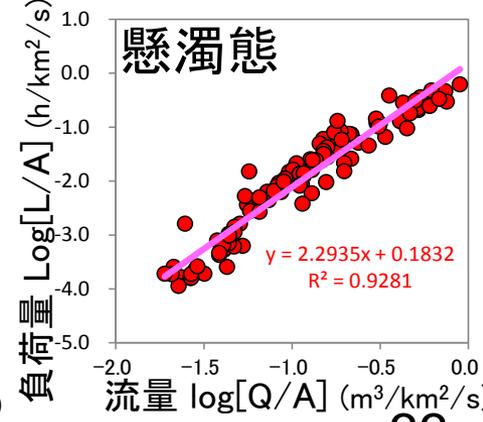
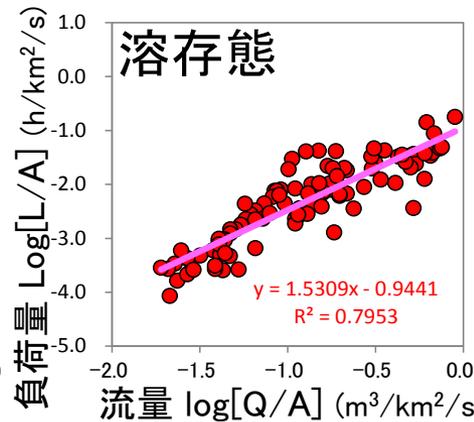
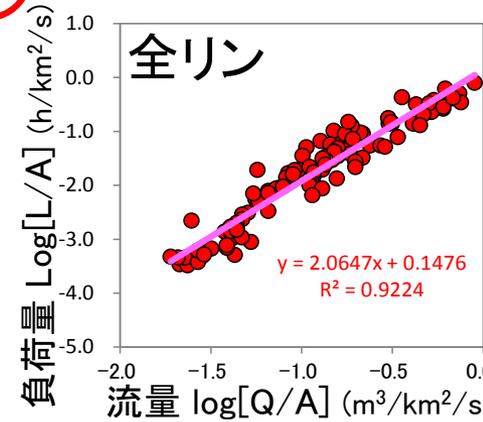
SS



窒素



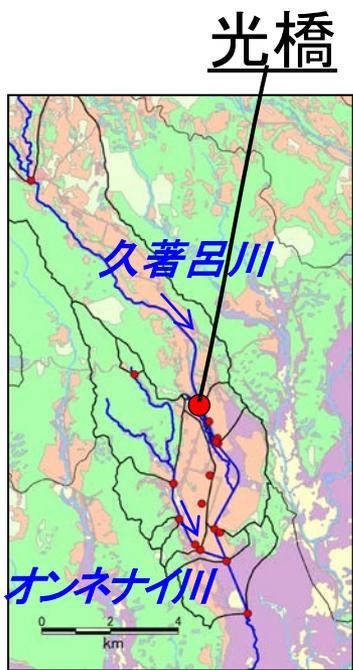
リン



2002年～2013年の
全調査データを使用

3-2 負荷量の推定 (1) 流出負荷量

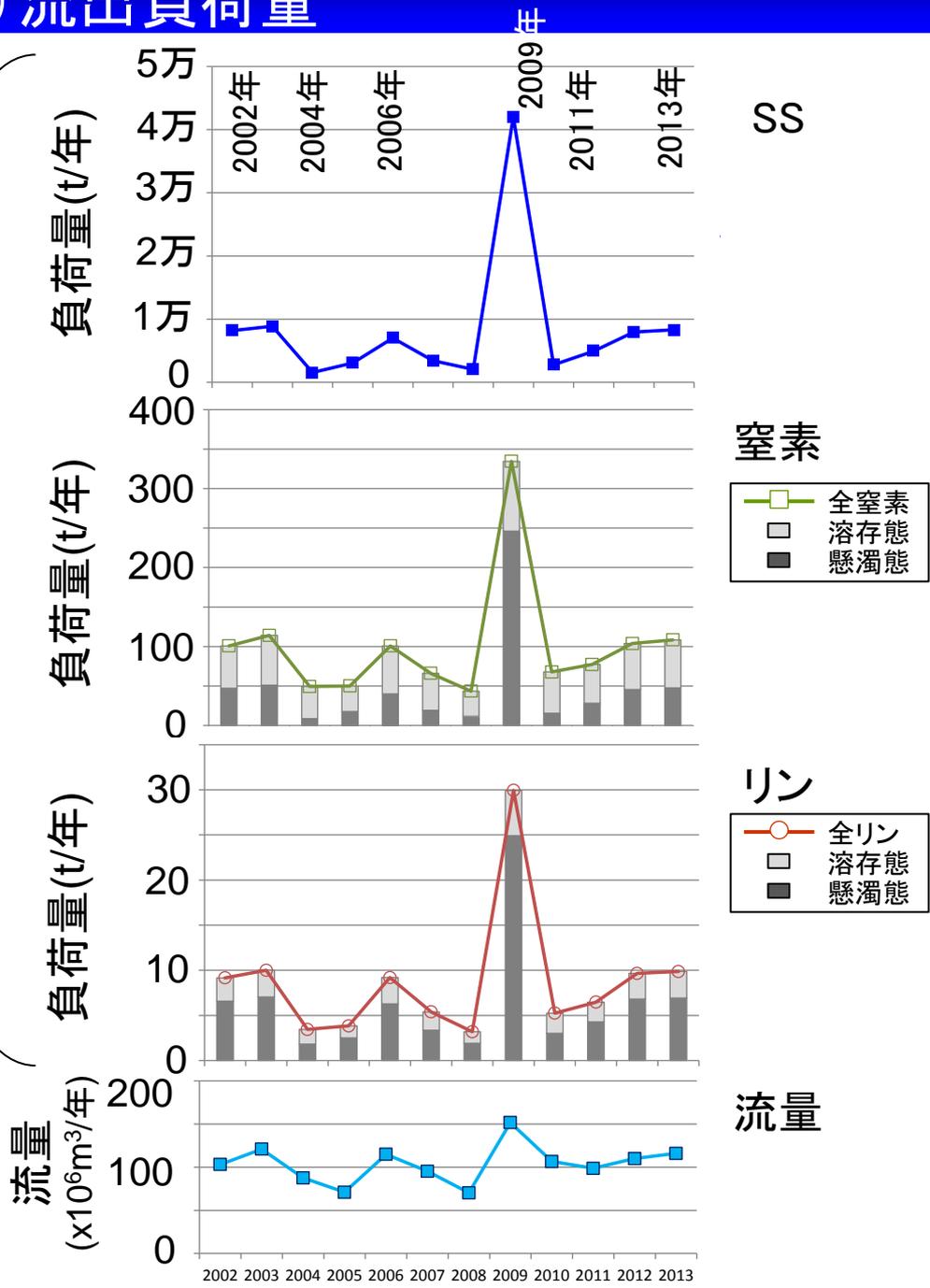
流出負荷量の推定



● 水質調査地点

各年の流出負荷量

・土砂・栄養塩負荷量は河川流量により大きく変化した。



点源負荷量の推定

【生活系(生活排水)】

人ひとりから発生する負荷量

(文献の一般値)

人数分
足し合わせる



流域の生活系負荷量



処理方式の分別	SS	全窒素	全リン
し尿	20	9	0.9
雑排水	25	2	0.4
し尿+雑排水	45	11	1.3

採用値

原単位出典:「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」
(平成20年9月、日本下水道協会)

発生源水質調査結果に基づく原単位推定

負荷量から原単位を推定する

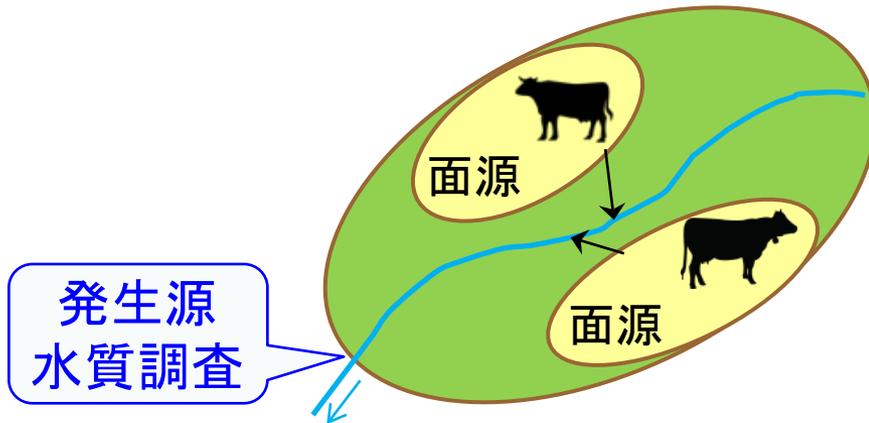


区間代表法:

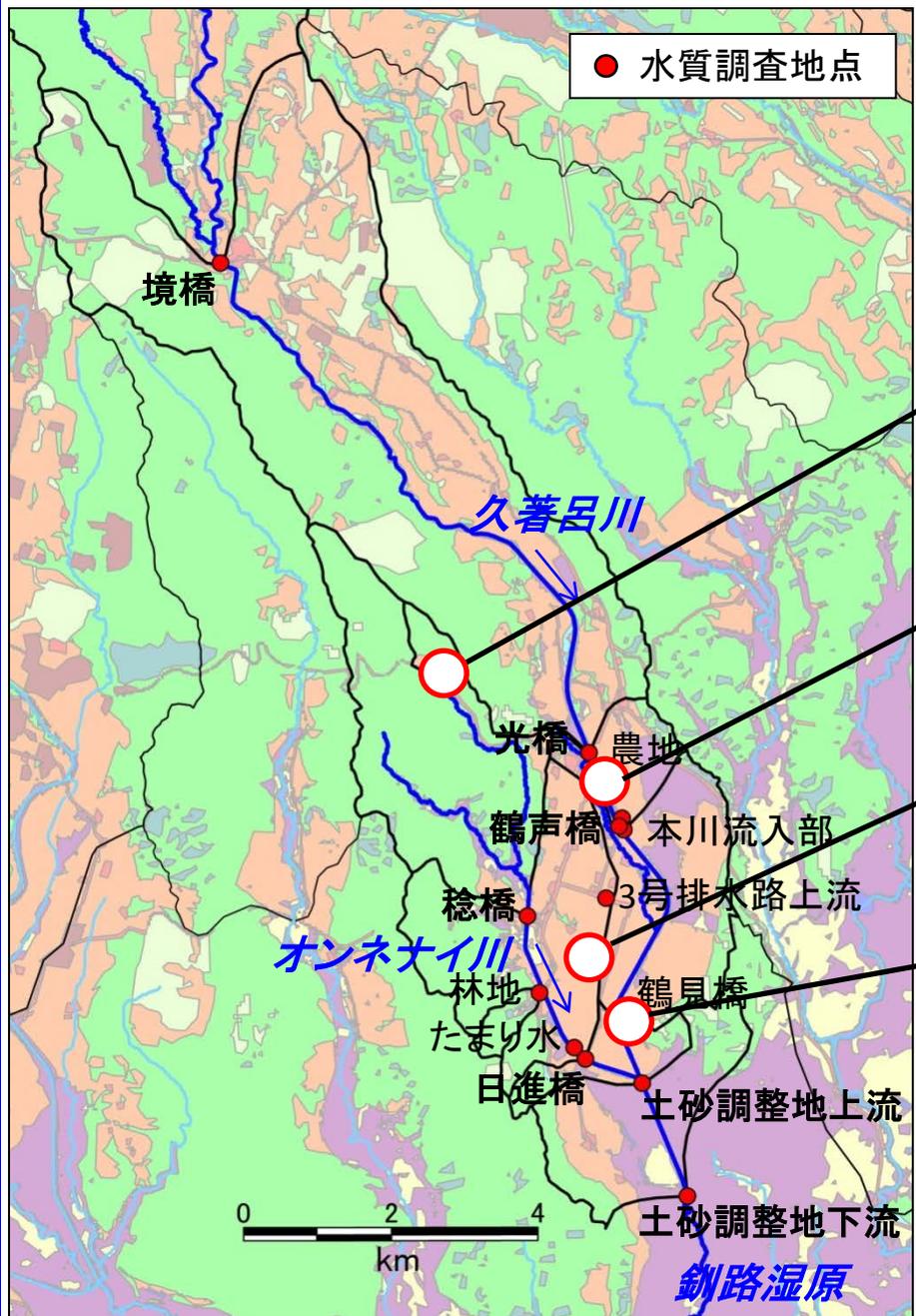
発生源水質調査結果(平水時)を累積し、年間負荷量を計算

L-Q式:

発生源水質調査結果(平水時、降雨時)よりL-Q式を作成し、負荷量を計算



流域に点在する畜舎からの負荷は牧草地の面源負荷に含めて検討



発生源水質調査状況

地点名	発生源	水質調査期間
上流林地	山林	2009年11月～ 2010年10月
畑地・更新地	畑地・更新地	2002年7月～ 2003年3月
3号排水路	牧草地 (更新地を含む)	2002年～ 2013年
4号排水路		2002年～ 2013年

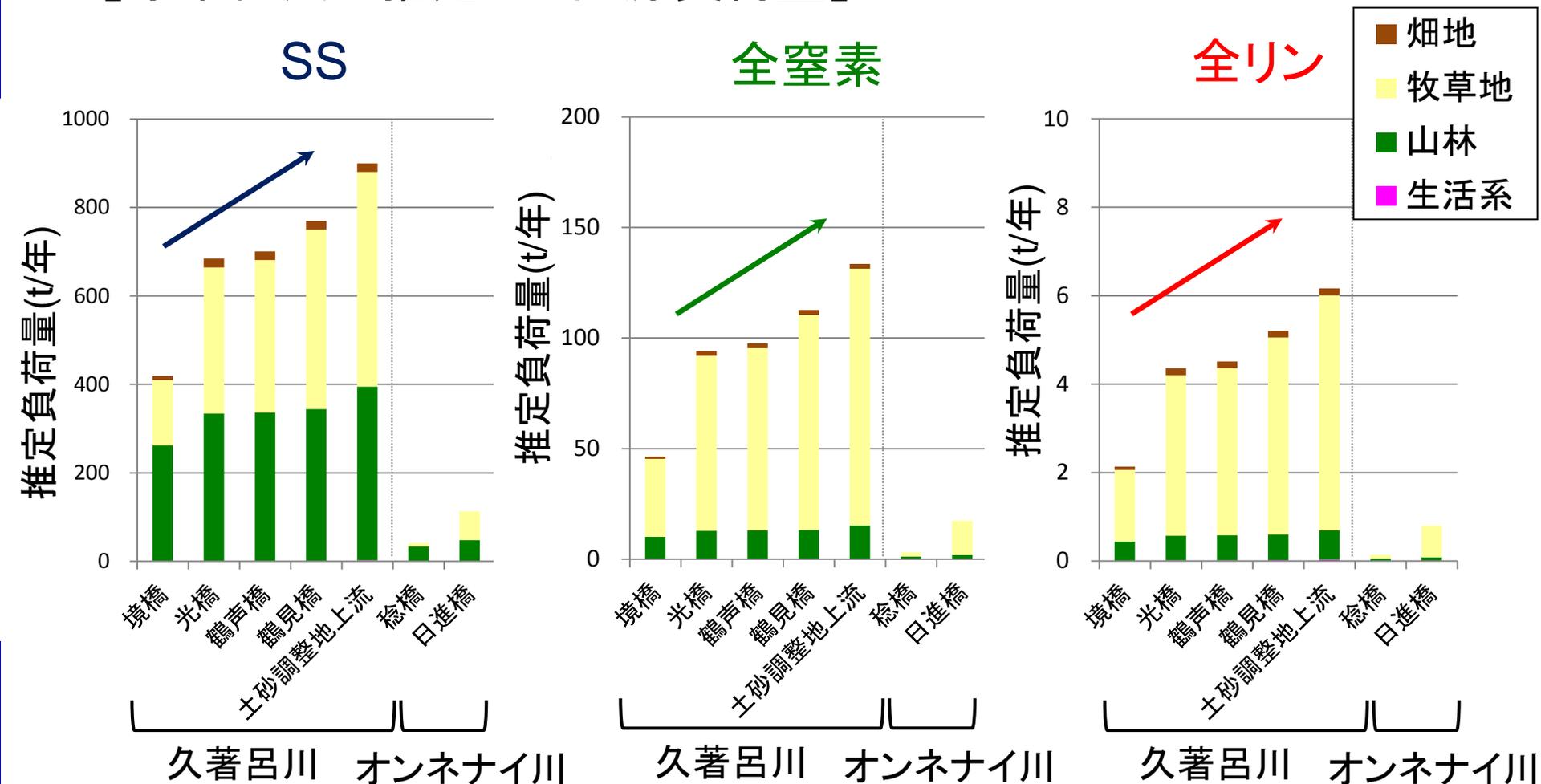
発生源水質調査結果から推定した原単位

発生源	負荷原単位 [t/km ² /年]							推定方法		
	SS	窒素			リン			調査地点	算出期間	備考
		溶存態	懸濁態	全窒素	溶存態	懸濁態	全リン			
山林	4.4	0.066	0.104	0.17	0.002	0.005	0.007	上流林地	②	区間代表法
牧草地 (更新地 を含む)	8.65	4.41	0.83	5.24	0.12	0.11	0.23	3号排水路	③	L-Q式
	39.4	3.33	0.91	4.24	0.08	0.13	0.21	4号排水路		
	20.3	4.00	0.86	4.86	0.10	0.12	0.22	3号排水路・ 4号排水路(計)		
畑地・ 更新地	35.4	3.21	0.72	3.93	0.15	0.13	0.28	畑地・更新地	①	区間代表法

- ①2002年7月～2003年3月
- ②2009年11月～2010年10月
- ③2002年～2013年(平均)

3-2 負荷量の推定 (3) 面源負荷量

【原単位法で推定した面源負荷量】

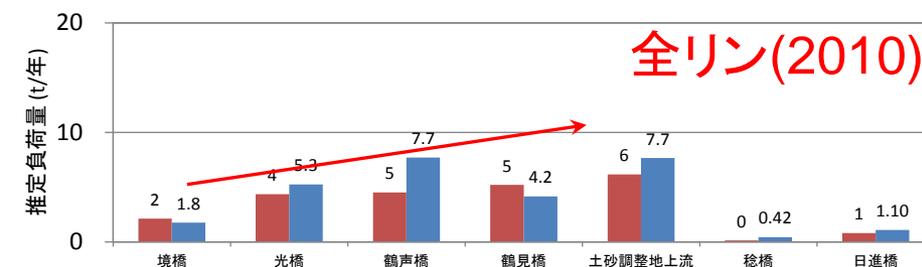
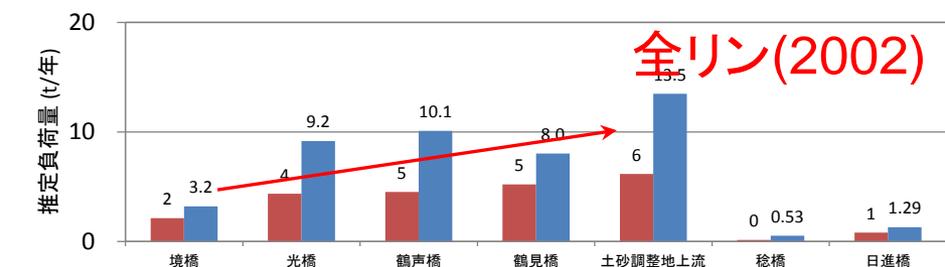
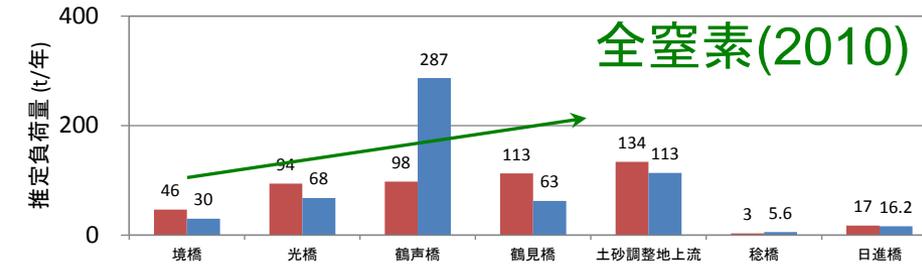
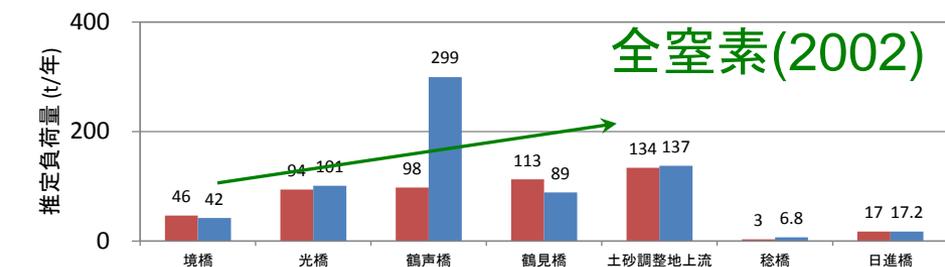
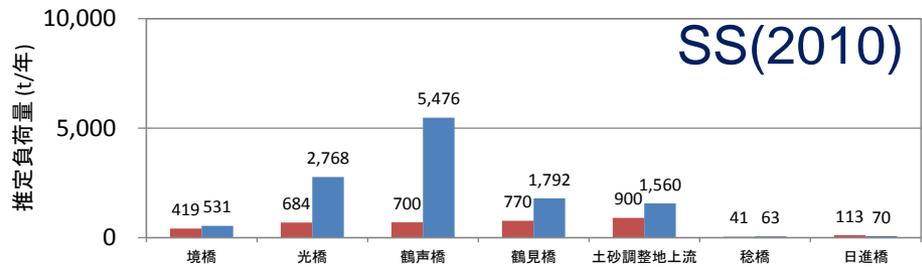
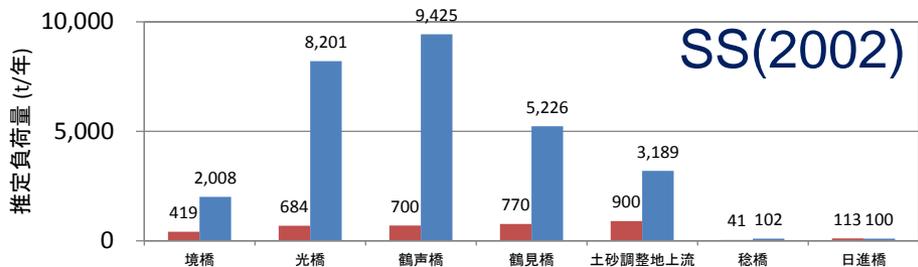


- ・河川の上流から下流に向かって推定負荷量は増大した。
- ・生活系点源負荷量は約1%未満で、面源負荷に比べて極めて小さい。
- ・SSの負荷量は、山林と牧草地はほぼ同等の割合である。
- ・全窒素と全リンの負荷量は、牧草地からの割合が多い。

3-2 負荷量の推定 (3) 面源負荷量

【原単位法負荷量と流出負荷量の比較】

■ 原単位法推定負荷量
■ L-Q式流出負荷量



- ・原単位法から推定した負荷量とL-Q式から推定した流出負荷量を比較した。
- ・窒素、リンは、同等の値となり、上流から下流にかけて負荷量が増加する傾向が表れた。
- ・SSは流出負荷量の方が大きく推定された。
この差は、降雨による流出や河道内での堆積など複雑な挙動による影響と考えられる。

4. まとめ

検討のまとめ

- ・久著呂川流域の河川水質調査結果より、各地点におけるL-Q式を作成し、各地点の年間負荷量(2002年～2013年)を推定した。
⇒負荷量は年間総流量に応じて変化し、河川流量の多い年ほど負荷量が多い。
- ・発生源水質調査結果に基づいて、各発生源の原単位を概算した。
⇒牧草地は山林に比べて面積あたりの負荷量が大きい。

発生源	SS	全窒素	全リン	備考
山林	4.4	0.17	0.01	2009～2010年調査
牧草地	20.3	4.86	0.22	2002～2013年平均(L-Q式)

単位:t/km²/年

- ・原単位法により負荷量を推定した。
⇒SSの負荷量は、山林と牧草地はほぼ同等の割合である。
全窒素と全リンの負荷量は、牧草地からの割合が多い。
- ・原単位法による推定負荷量とL-Q式による推定流出負荷量を比較した。
⇒SS : 流出負荷量の方が大きい推定値となった。
全窒素、全リン: 双方の推定値はほぼ同等であった。

今後に向けて

- ・原単位法による負荷量推定では、
降雨時水質調査結果が十分反映されておらず、
降雨や河川流量変化に対する応答、河道内状況等の影響を
考慮することが難しい。
- ・L-Q式による流出負荷量推定では、
降雨や河川流量変化に対する応答を経験的に検討できるが、
土地利用、農地管理(放牧、施肥、更新等)等の
流域内の変化の影響を考慮することが難しい。
- ・上記の課題を踏まえ、
流域の物質循環メカニズムの解明に向けて調査検討を行いたい。