



第12回水循環小委員会資料

平成26年3月12日

釧路湿原自然再生協議会運営事務局

目 次

1. 久著呂川流域の物質循環の検討方法
 - 1-1. 水循環小委員会の検討の経過
 - 1-2. 久著呂川流域の物質循環の検討方法
2. 久著呂川流域の特性について
 - 2-1. 流域の人口
 - 2-2. 家畜飼養頭数
 - 2-3. 流域の土地利用
3. 久著呂川の水質について
 - 3-1. 流域の水質調査状況
 - 3-2. 平水時の水質の特徴
 - 3-3. 降雨時の水質の特徴
4. 久著呂川流域における栄養塩負荷量の推定について
 - 4-1. 栄養塩負荷量の推定方法
 - 4-2. 久著呂川の栄養塩負荷量

1. 久著呂川流域の物質循環の検討方法

1-1. 水循環小委員会の検討の経過

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。

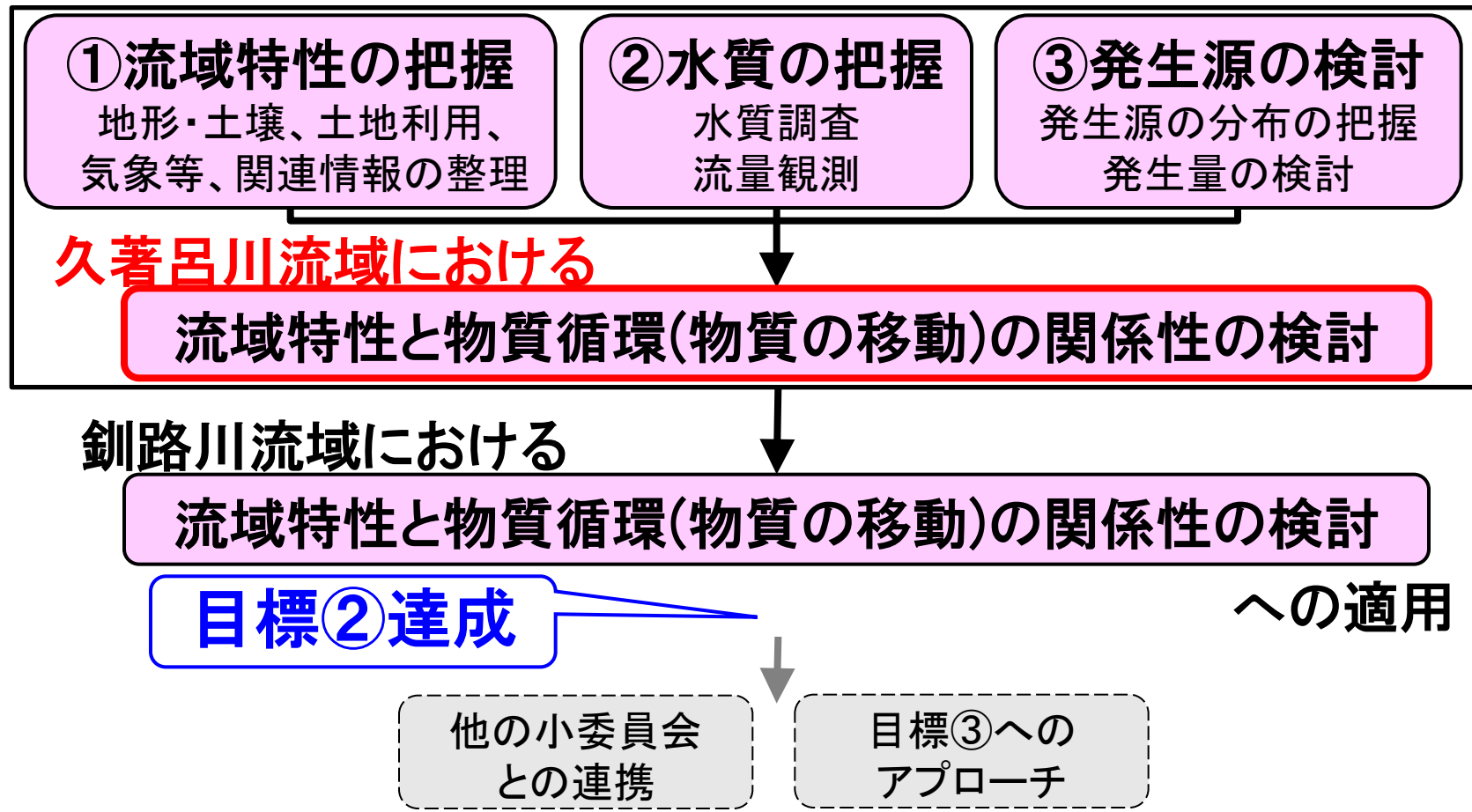
なお、目標③については流域全体での取り組みが必要な項目であり、各小委員会での検討を踏まえ、釧路湿原自然再生協議会全体として取り組むべき課題と整理できる。

※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の経過

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



1-1 水循環小委員会の検討の経過

久著呂川



- ・久著呂川流域では、近年の人間活動に伴う開発面積が大きい。
- ・開発に伴い、下流域に流送される土砂や栄養塩の量が増加したと考えられる。
- ・土砂流入対策(土砂流入小委員会)が実施されている。

久著呂川流域における
物質循環(物質の移動)の検討



釧路川流域における
物質循環(物質の移動)の検討を目指す

流域特性の把握
水質調査(水質、流量)
発生源の検討

1-2. 久著呂川流域の物質循環の検討方法

植物の生育に影響する代表的な栄養塩：窒素、リン

水中に含まれる栄養塩(窒素、リン)に着目する。
久著呂川流域内で水とともに移動する窒素、リンの状況を把握する。

栄養塩は、自然界で発生し様々な形態で循環しているほか、肥料、家畜のふん尿、生活排水などに多く含まれ、地下水・地表水に溶けたり、物質に付着したりしながら、水の移動に伴って河川に流出し、下流に運搬されていく。

窒素

様々な形態で水中・地中・地表に存在し、形態により溶けやすさが異なる。

溶存成分(主に硝酸性窒素)は、土壌や地下水に蓄積されていて、地下水とともに河川に流出する。

降雨時は、流出して濃度が上昇することも、希釈されて濃度が低下することもある。

リン

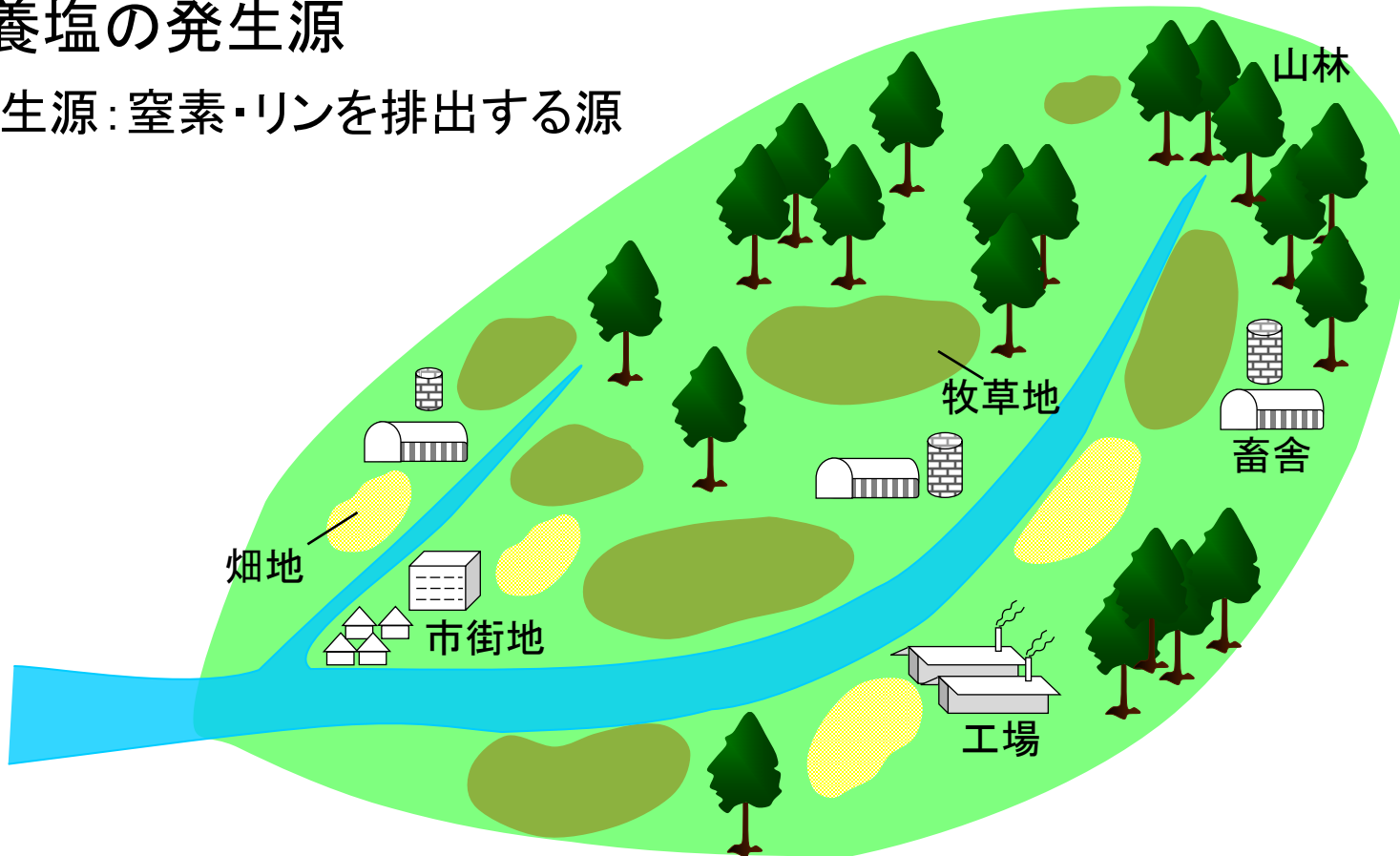
水に溶けにくく、土粒子に付着して流下するものが多い。
ふだんは地表や河床に堆積していて、出水時に流出する。

降雨時は、地表の土砂とともに洗い流されて、一気に流出する。

1-2 久著呂川流域の物質循環の検討方法

栄養塩の発生源

発生源: 窒素・リンを排出する源

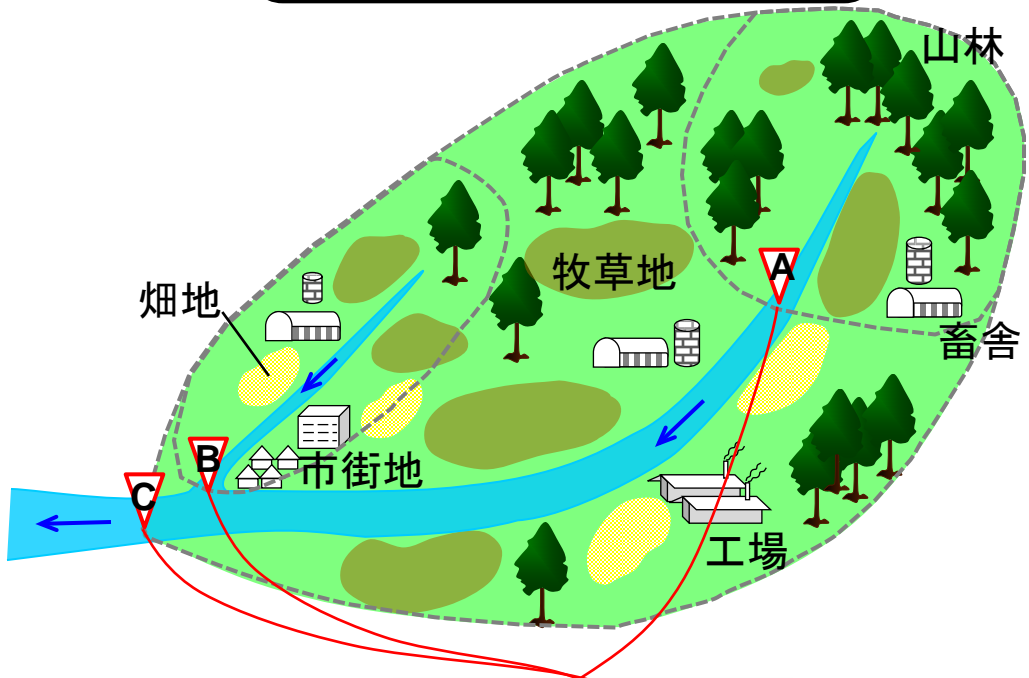


点源 (特定発生源)	流域に 点 の形で存在する発生源
面源 (非特定発生源)	流域に 面 として存在する発生源

1-2 久著呂川流域の物質循環の検討方法

①流域特性の把握

人口、家畜頭数、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

流量 水質			
人口 家畜頭数			
流域面積 土地利用面積			
栄養塩 (窒素、リン) 負荷量			

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

平成25年度の検討項目・検討方法

【流域特性】

- ・久著呂川流域の栄養塩の発生源について、項目、分布、数量を整理した。
(人口、家畜頭数、土地利用面積等)

【水質】

- ・主要河川と発生源(林地、農地、更新地、畜舎等)の水質傾向を把握するため水質調査を実施した。
- ・水質は流量に強く依存するため、各地点の流量に対する水質の傾向を整理し、定式化した(L-Q式)。

【栄養塩負荷量】

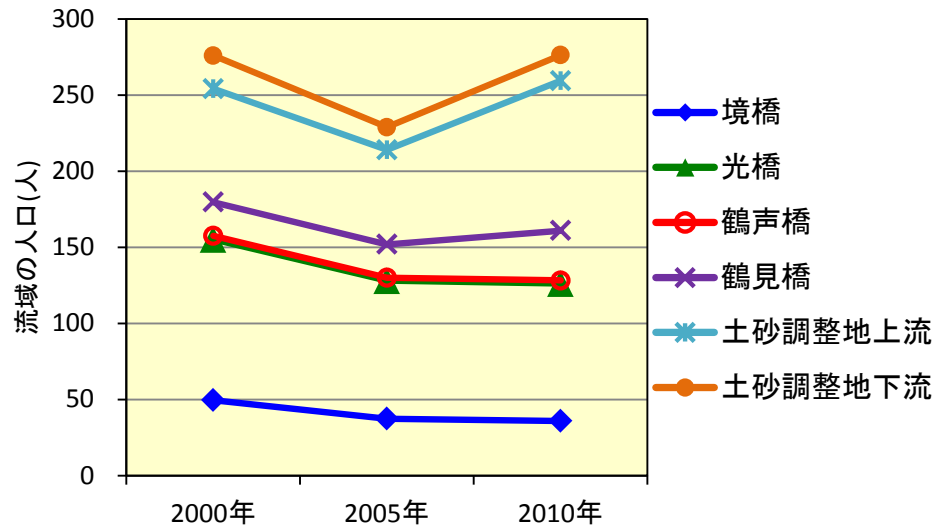
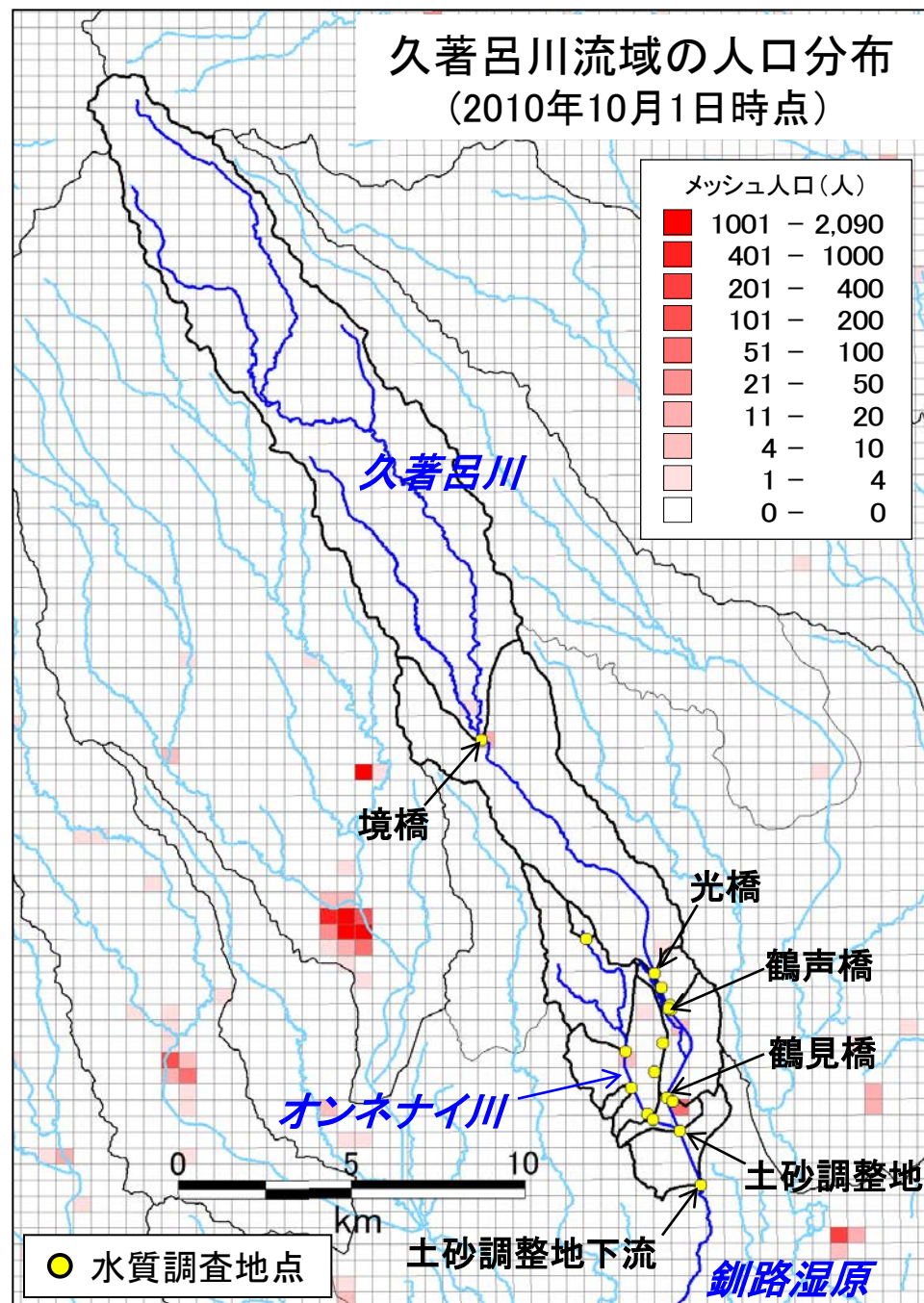
- ・L-Q式と河川流量から、代表的な水質調査地点について年間負荷量を検討した。

2. 久著呂川流域の特性について

2-1. 流域の人口

2-1 流域の人口

久著呂川流域の人口分布
(2010年10月1日時点)



流域の人口の経年変化

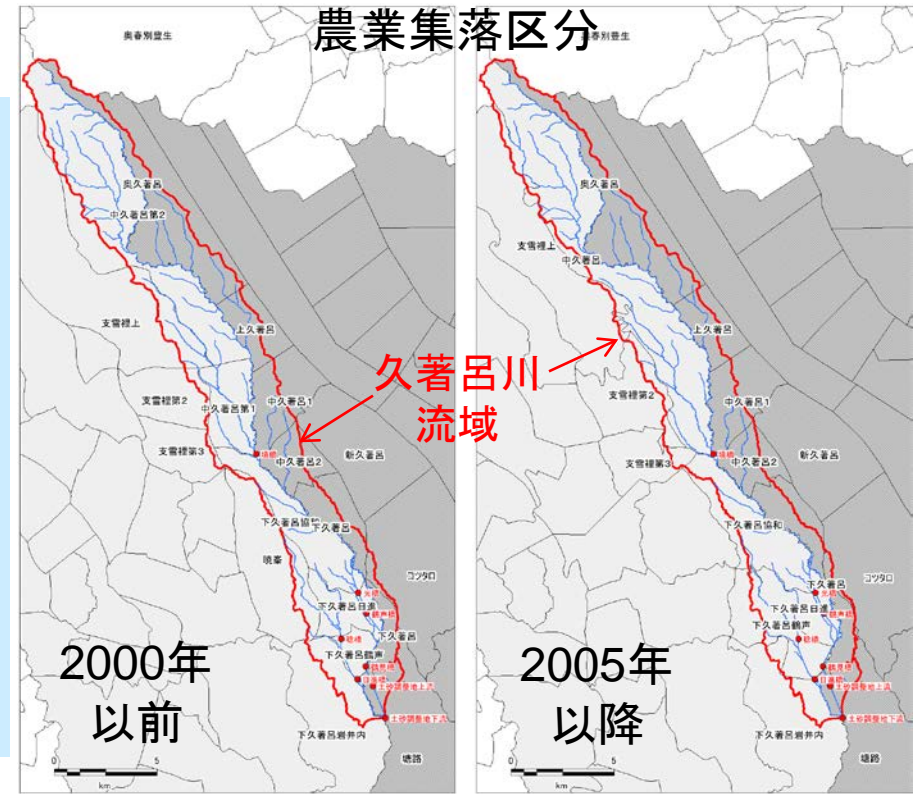
- ・国勢調査の500mメッシュ人口データを用いて流域の人口を整理した。
- ・久著呂川流域の人口は、調査年により若干の増減はあるが、ほぼ横ばいで推移している。

人口データ出典：国勢調査500mメッシュデータ(総務省統計局)

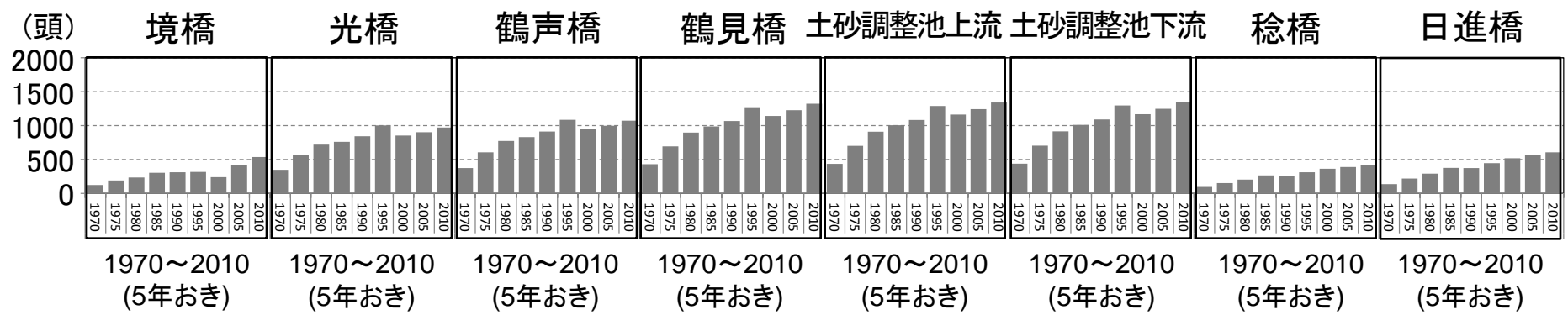
2-2. 流域の家畜飼養頭数

2-2 流域の家畜飼養頭数

- ・「世界農林業センサス」(農林水産省)の農業集落カード・農業集落地図データ(調査年:1970年~2010年)を用いて、流域の家畜飼養頭数を整理した。
- ・久著呂川流域の乳用牛飼養頭数は、
1980年まで:急増
1990年以降:漸増
(1990年~2010年の20年間で2割強増加)
- ・久著呂川流域の乳用牛の頭数・密度は上昇している。

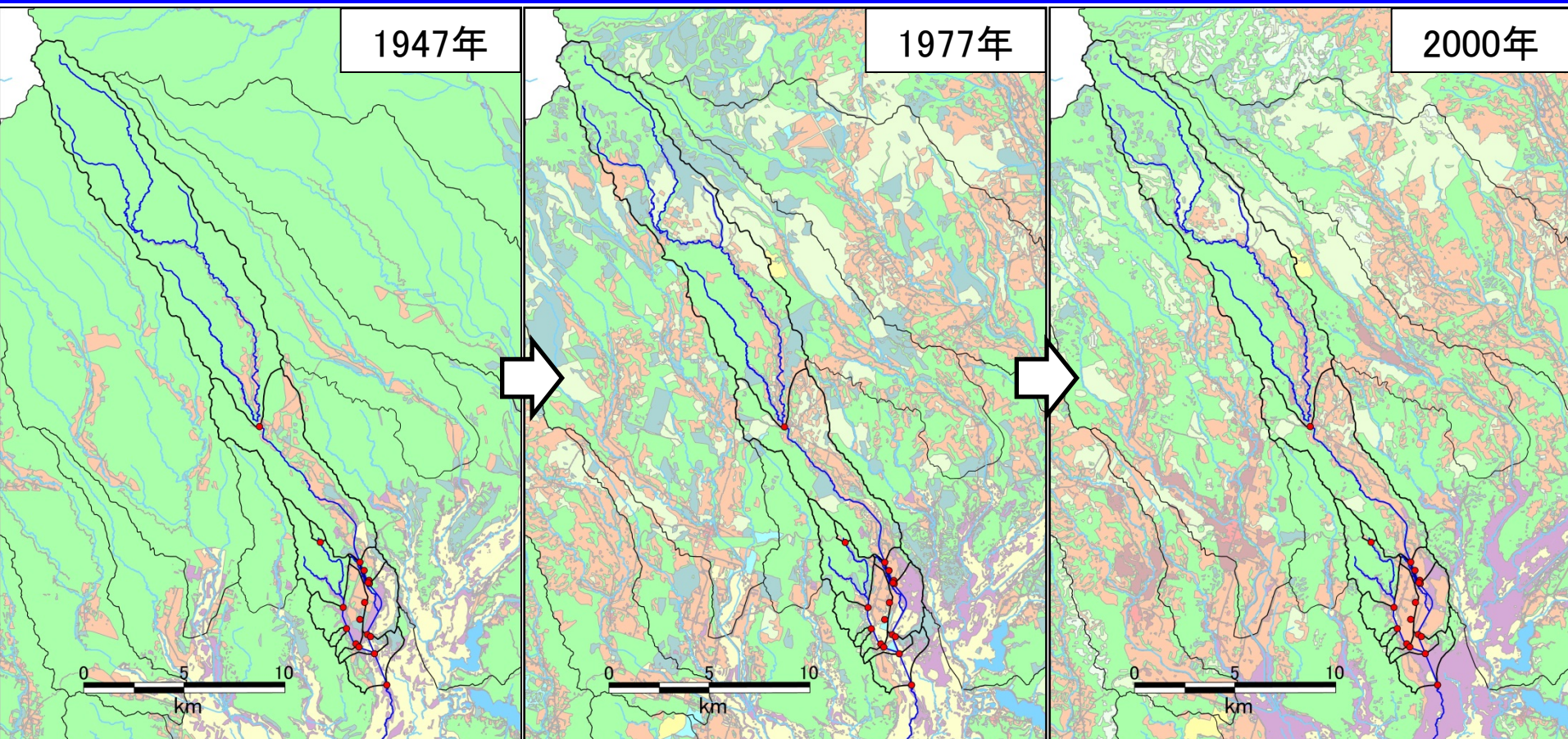


各流域の乳用牛飼養頭数の経年変化



2-3. 流域の土地利用

2-3 流域の土地利用



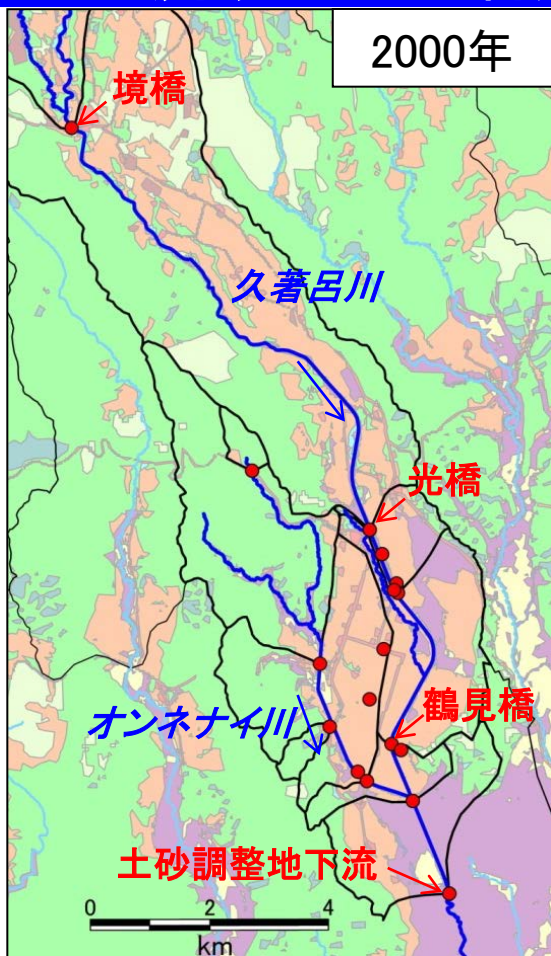
流域の土地利用の変遷

- ・土地被覆データ(1947年～2000年)を用いて、久著呂川流域の土地利用の変遷を整理した。
- ・1970年代まで、自然林が減少し農用地(主に牧草地)が拡大した。
- ・市街地、工場等はほとんどみられない。

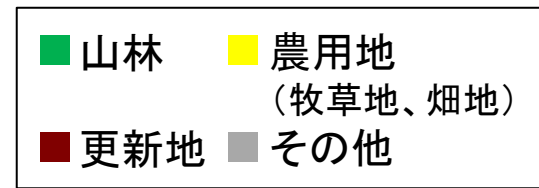
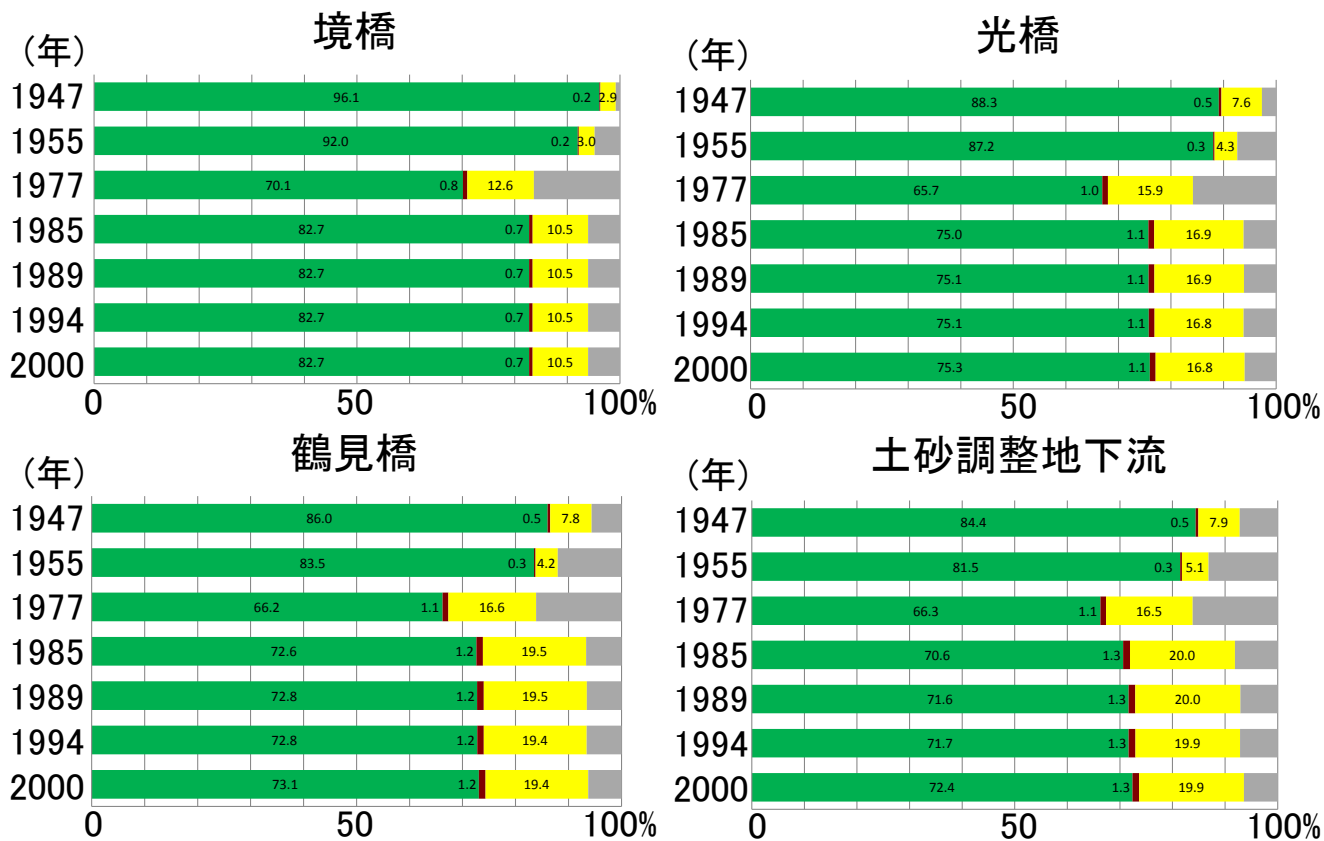
土地被覆データ出典:「平成12年度釧路川外土地利用調査検討業務報告書」
(平成13年3月, 釧路開発建設部)

ミズゴケ	
ヨシ・スゲ	
ハンノキ・ヤナギ林	
自然林	減少
植林地(常緑)	
植林地(落葉)	
乾性草地	
牧草地	拡大
畑地	
市街地・工場・道路	
ゴルフ場	
裸地	
水域	

2-3 流域の土地利用



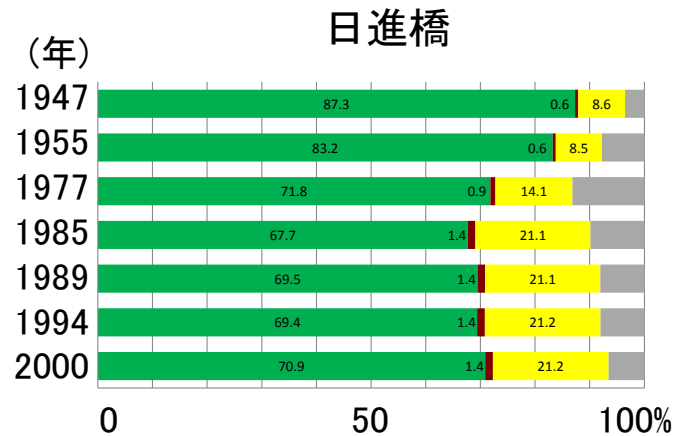
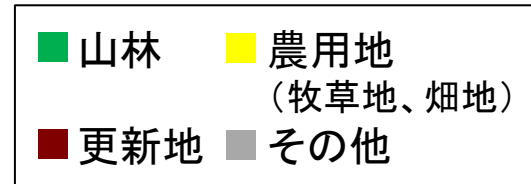
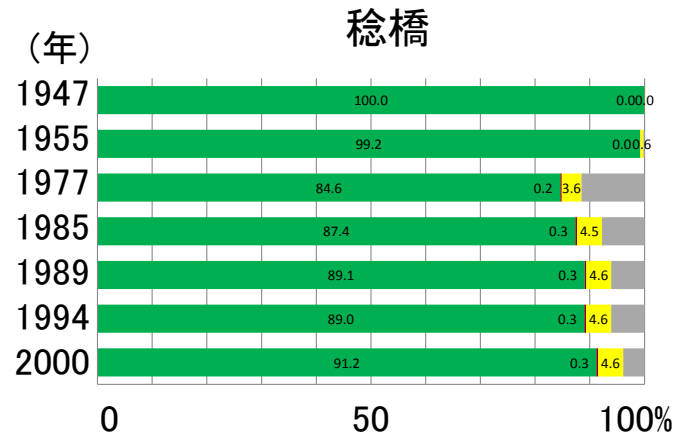
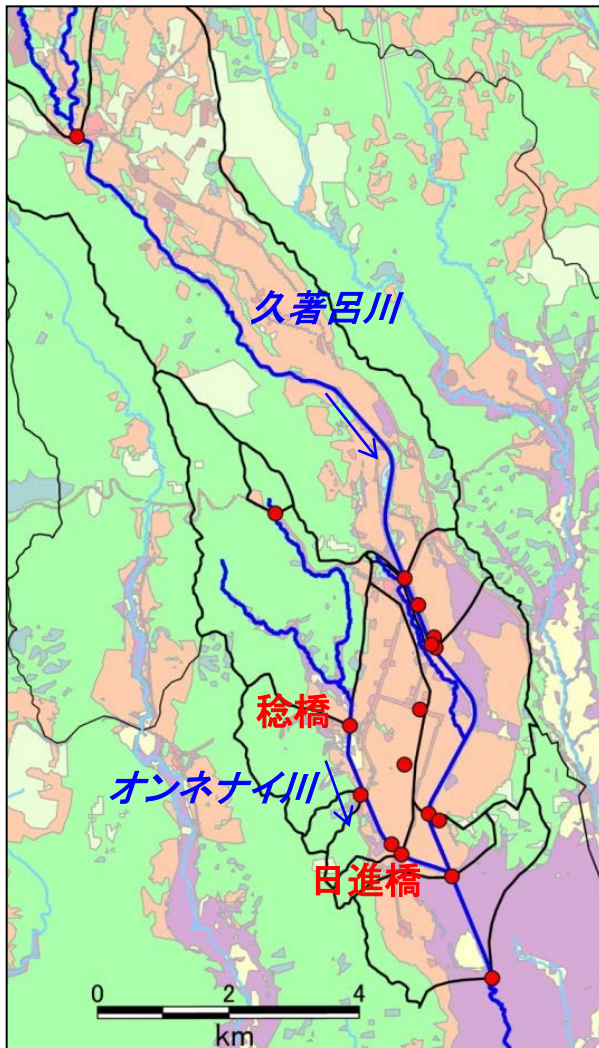
久著呂川流域の土地利用の変遷



- 流域の土地利用面積率
 山林: 70~80%程度 農用地: 10~20%程度
- 1955年~1977年: 林地減少、農用地(主に牧草地)増加
- 1985年以降: ほとんど変化なし
- 農用地の面積率
 境橋~光橋間: 下流に増大、光橋より下流: 変化小さい

更新地の面積は、牧草地面積と久著呂川流域の更新地率から推定した。

オンネナイ川流域の土地利用の変遷



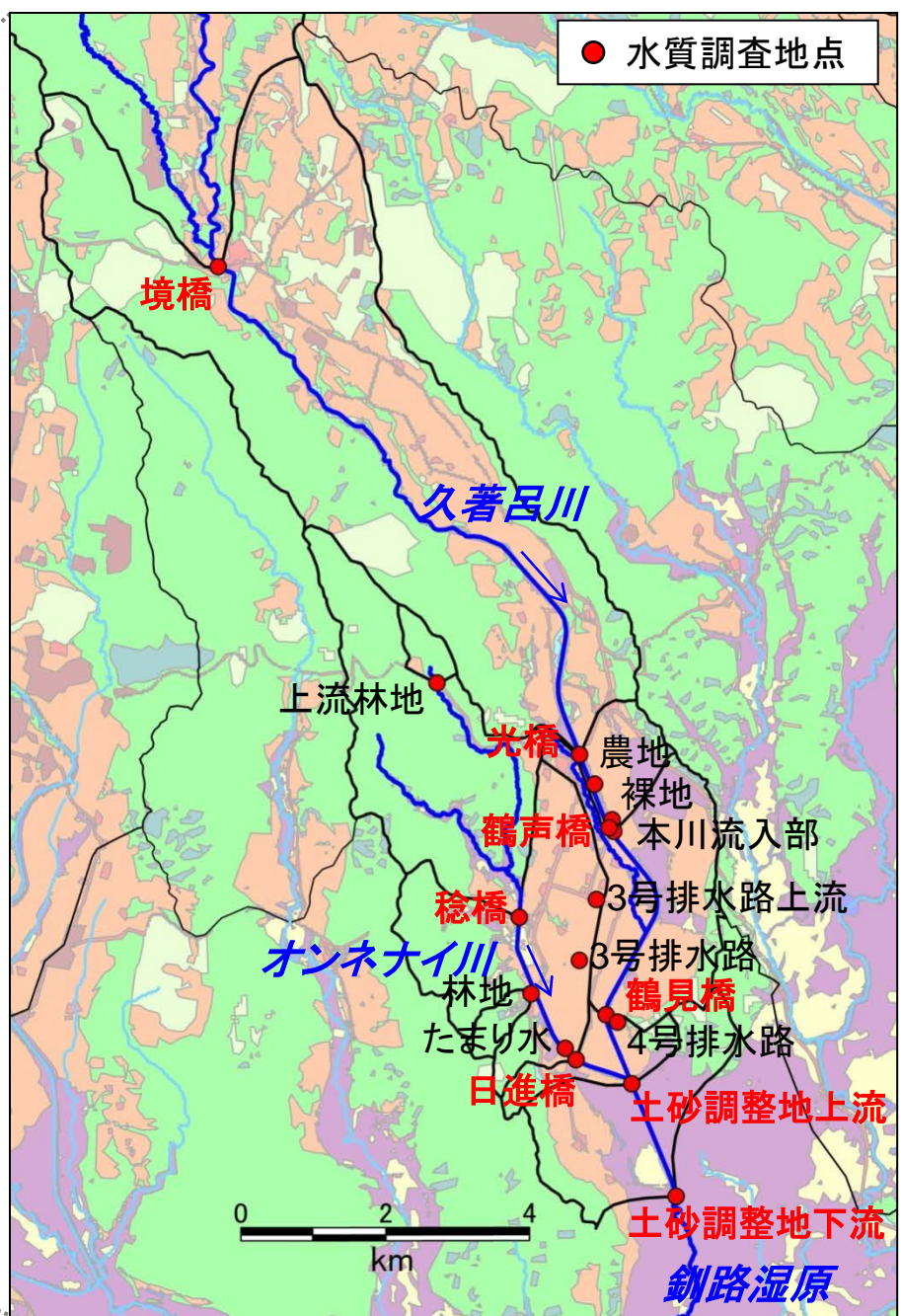
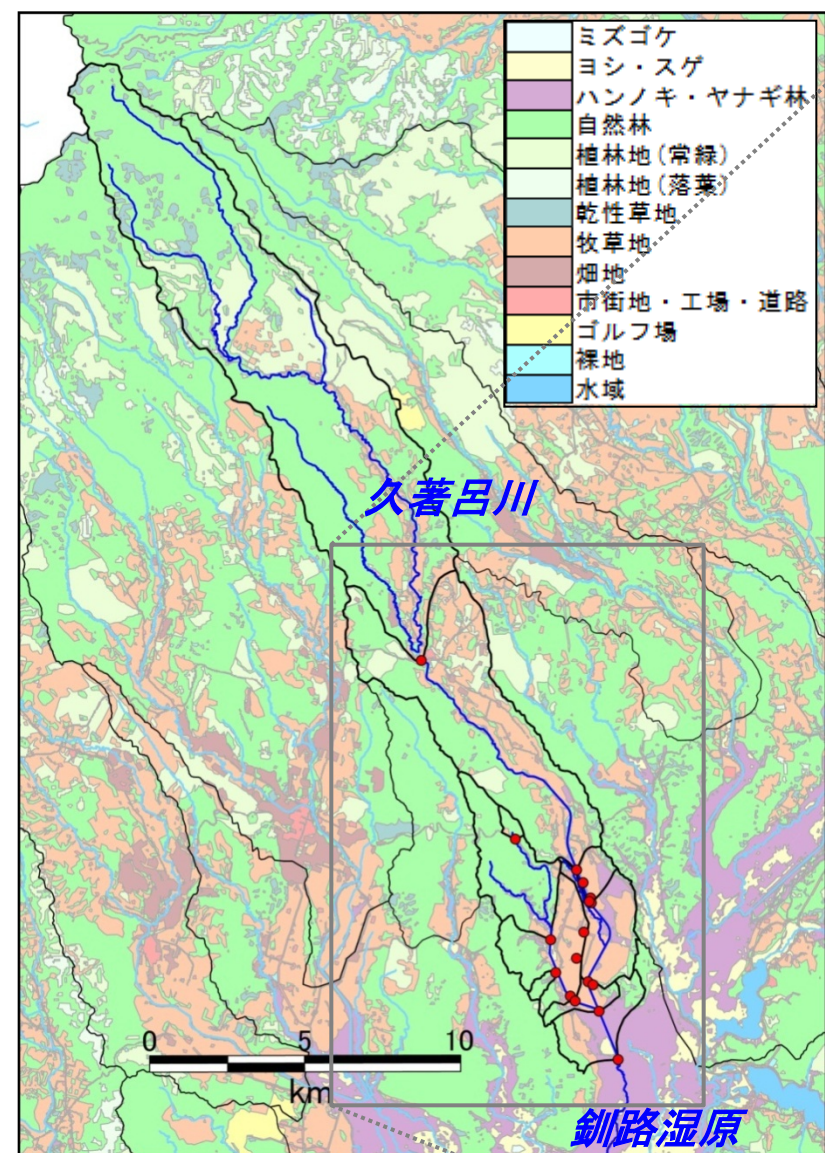
更新地の面積は、牧草地面積と久著呂川流域の更新地率から推定した。

- ・1955年～1977年：山林減少、農用地（主に牧草地）増加
- ・1985年以降：ほとんど変化なし
- ・農用地の面積率 稔橋～日進橋間：下流に増大

3. 久著呂川流域の水質について

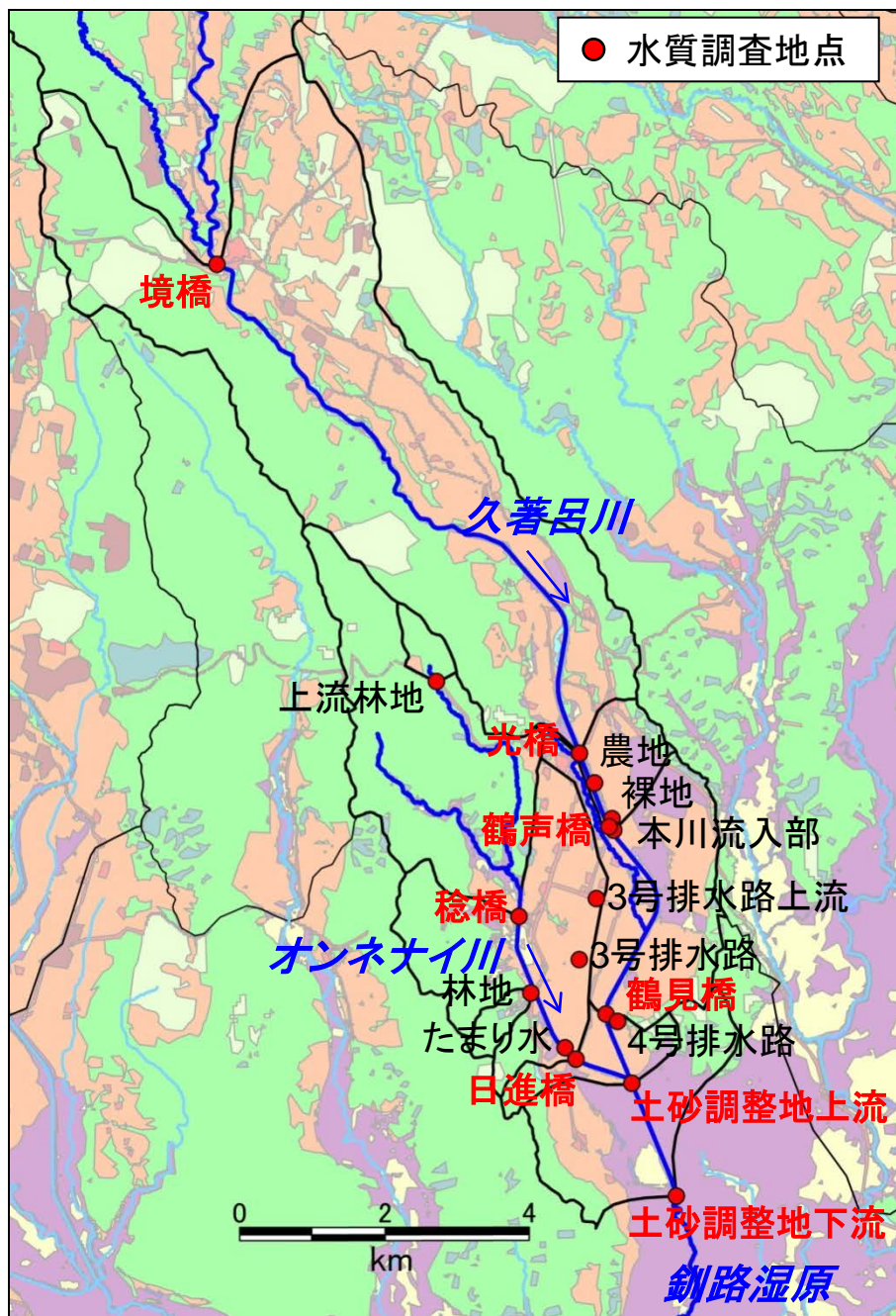
3-1. 流域の水質調査状況

3-1 流域の水質調査地点



久著呂川流域の土地被覆条件と水質調査地点位置図

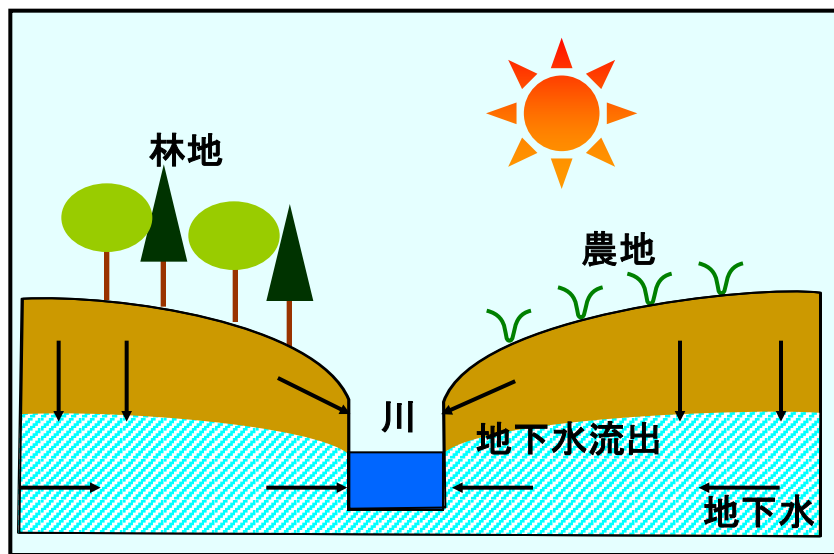
3-1 流域の水質調査状況



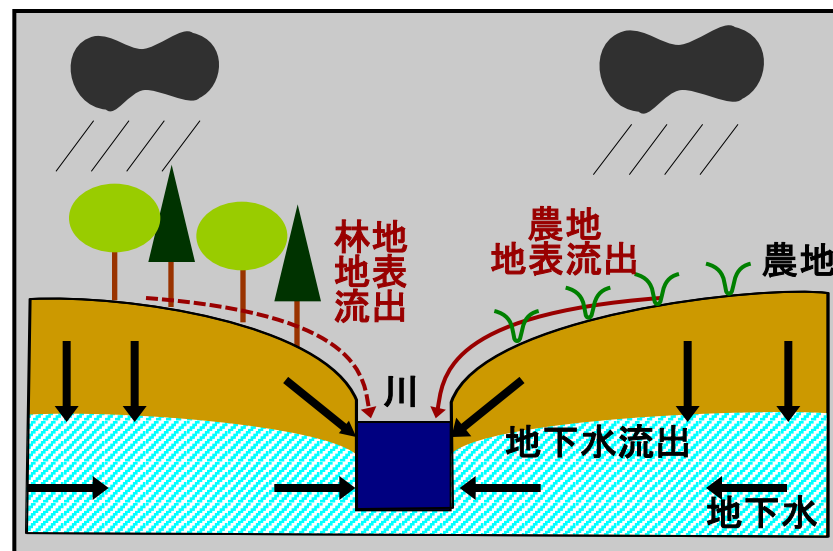
河川名	地点名	調査実績(回)	
		平水時	降雨時
久著呂川	境橋	21	3
	光橋	21	8
	鶴声橋	0	2
	鶴見橋	10	4
	土砂調整地上流	12	1
	土砂調整地下流	0	1
オンネナイ川	稔橋	12	1
	日進橋	21	3
久著呂川流域排水路	本川流入部	21	3
	3号排水路上流	21	3
	3号排水路	12	1
	4号排水路	12	1
	裸地	9	2
	農地	9	2
オンネナイ川流域発生源	上流林地	12	1
	林地	21	3
	たまり水	9	2

調査実施 2002年～2013年

平水時



降雨時



水質形成の概念図

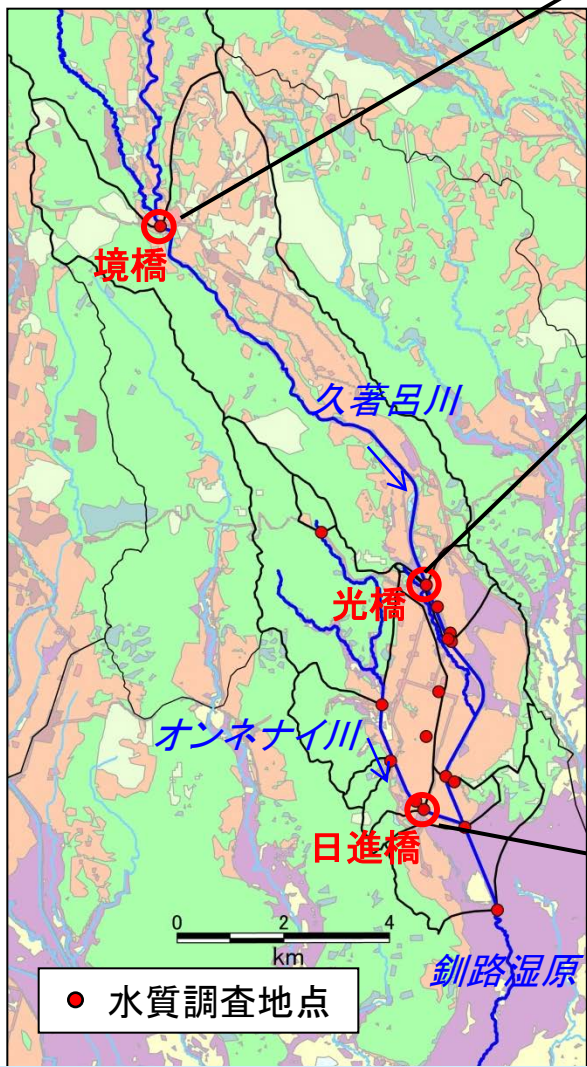
- ・平水時と降雨時では、物質の河川への流出メカニズムが異なる。
- ・平水時：地下水流出が主体
水に溶解しやすい硝酸態窒素が流出しやすい。
- ・降雨時：地下水流出＋地表流出
水に溶解にくい有機態窒素、リン等も
土砂とともに洗い流され、河川に流出しやすい。

3-2. 平水時の水質の特徴

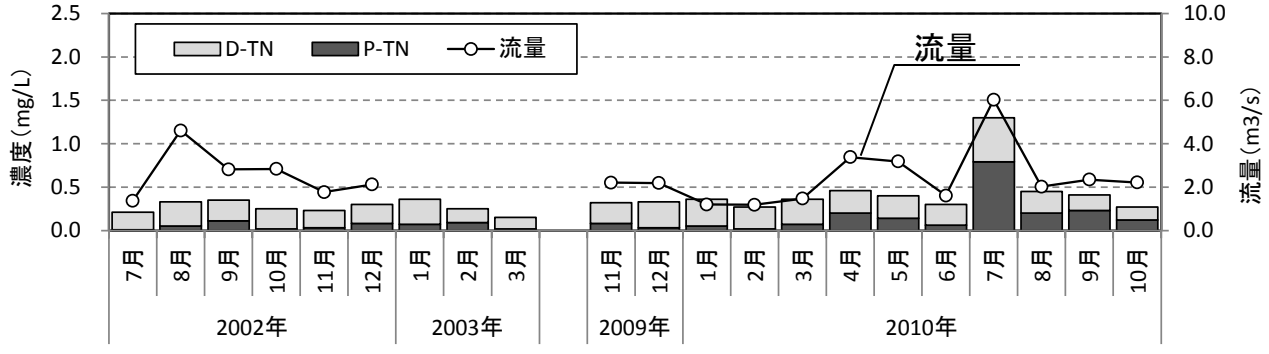
3-2 平水時の水質の特徴

窒素 (河川)

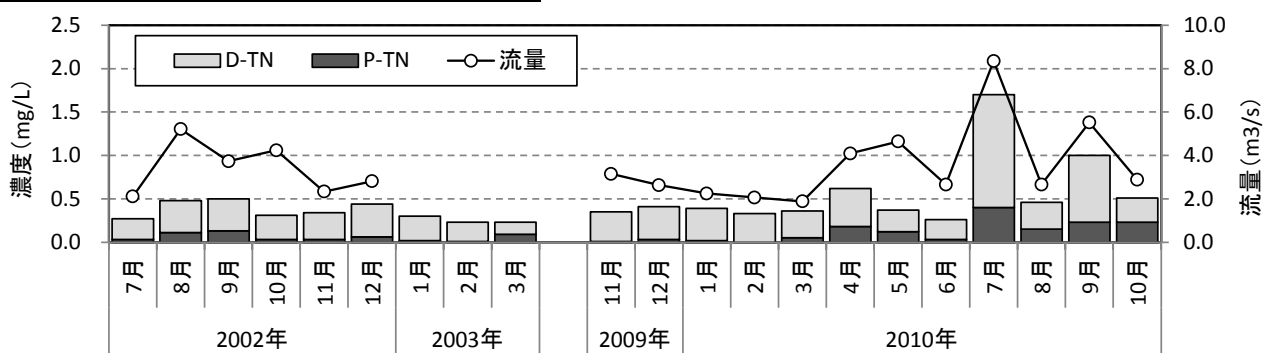
溶存態(水に溶けている成分)
 懸濁態(土砂に付着するなどして水中に浮遊している成分)



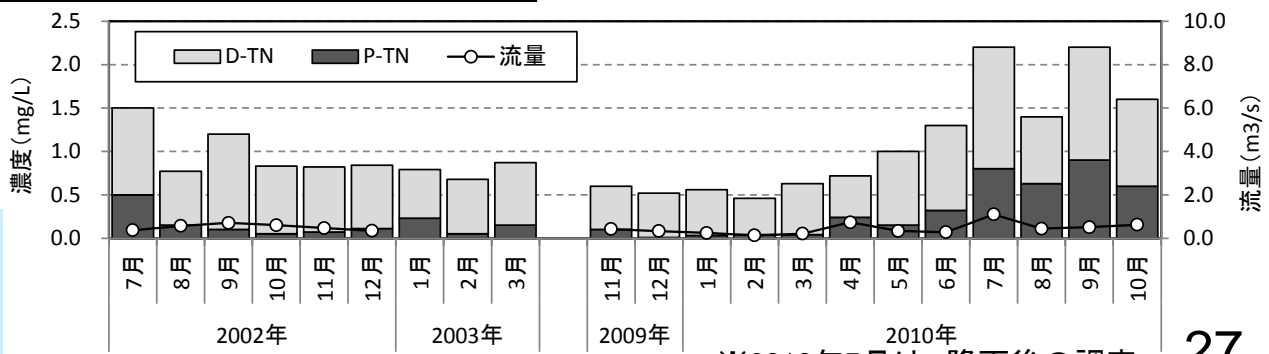
境橋(久著呂川)



光橋(久著呂川)



日進橋(オンネナイ川)



- ・溶存態の占める割合が多い。
- ・濃度は春～秋が高く、冬は低い。
- ・調査年で水質に大きな差はない。

※2010年7月は、降雨後の調査

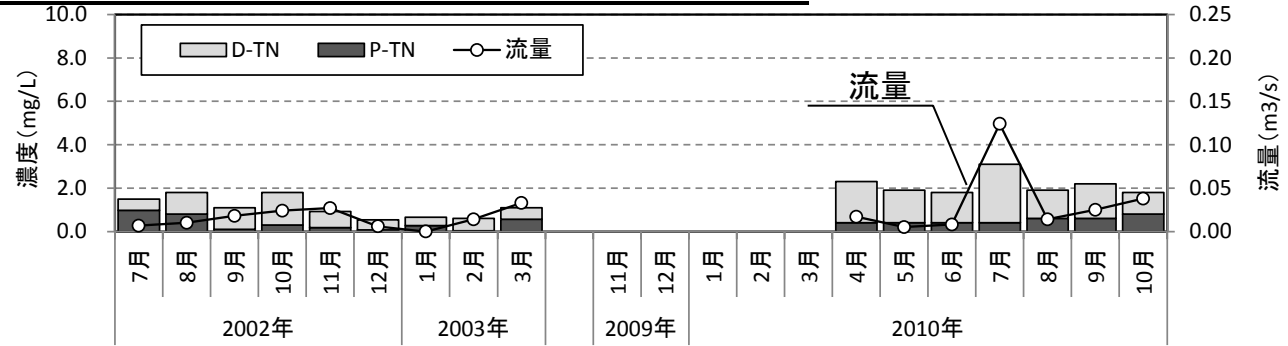
3-2 平水時の水質の特徴

窒素 (発生源)

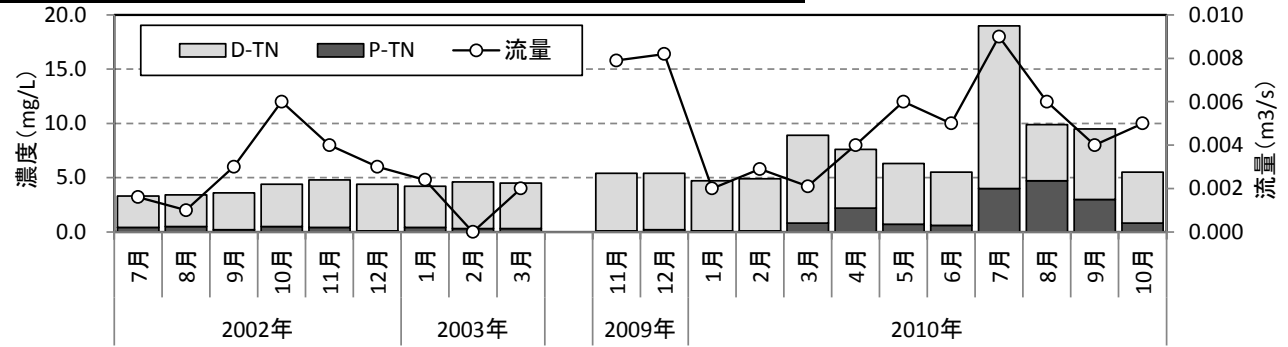
溶存態(水に溶けている成分)
 懸濁態(土砂に付着するなどして水中に浮遊している成分)



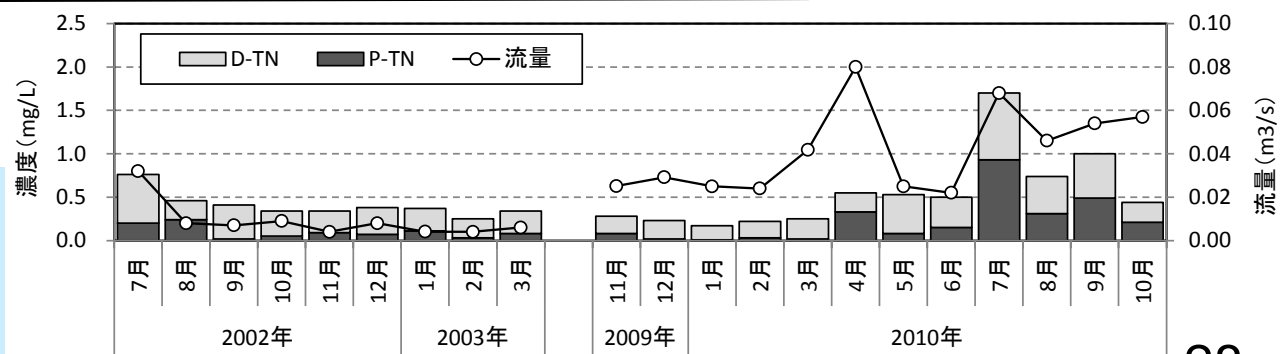
本川流入部(久著呂川流域排水路)



3号排水路上流(久著呂川流域排水路)



林地(オンネナイ川支流)



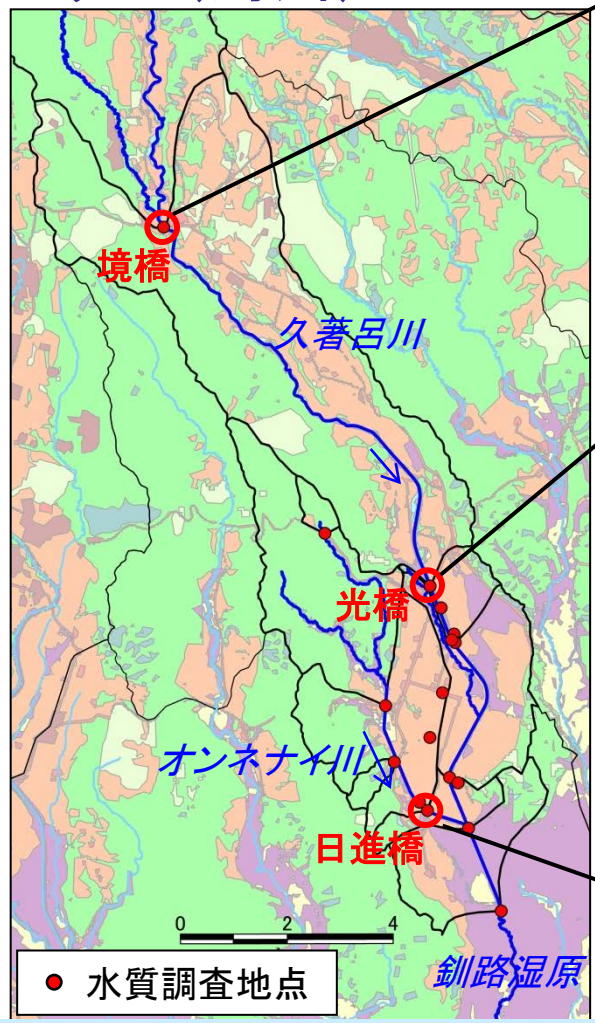
- ・平水時の栄養塩濃度は 農業排水路 > 林地
- ・濃度は春～秋が高く、冬は低い。
- ・調査年で水質に大きな差はない。

※2010年7月は、降雨後の調査

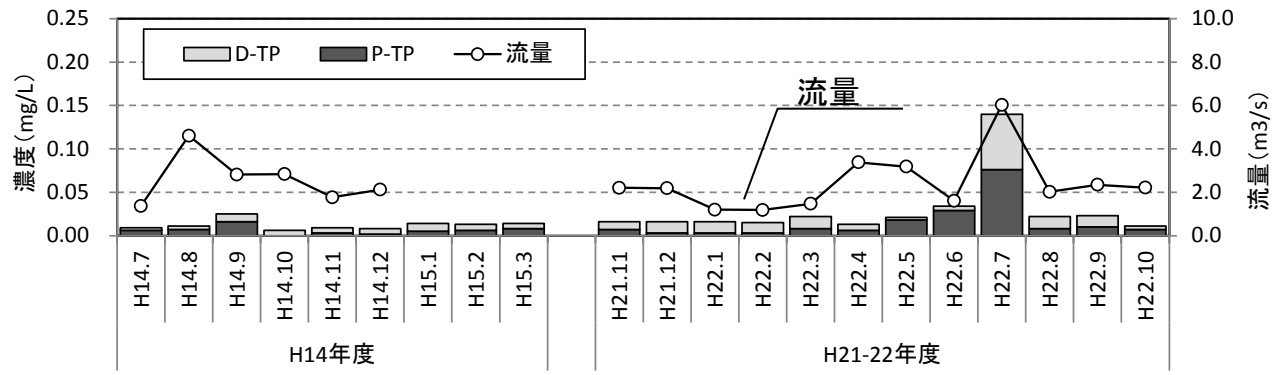
3-2 平水時の水質の特徴

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)

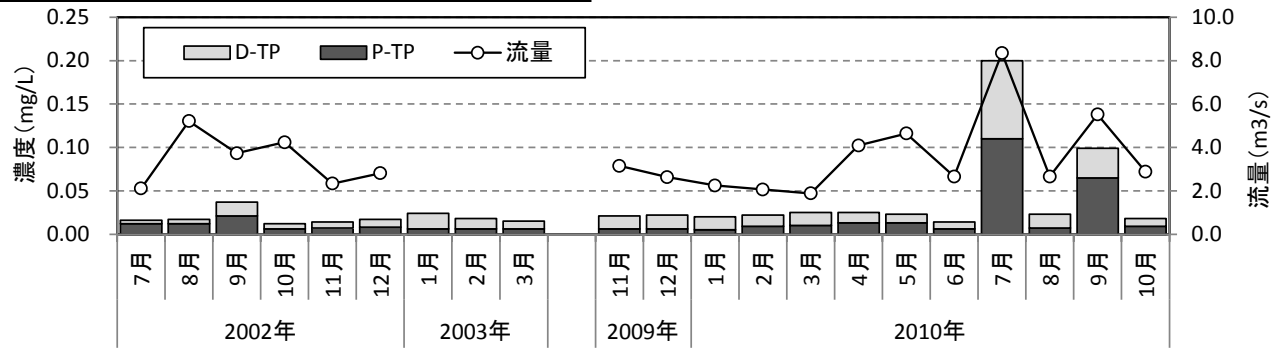
リン (河川)



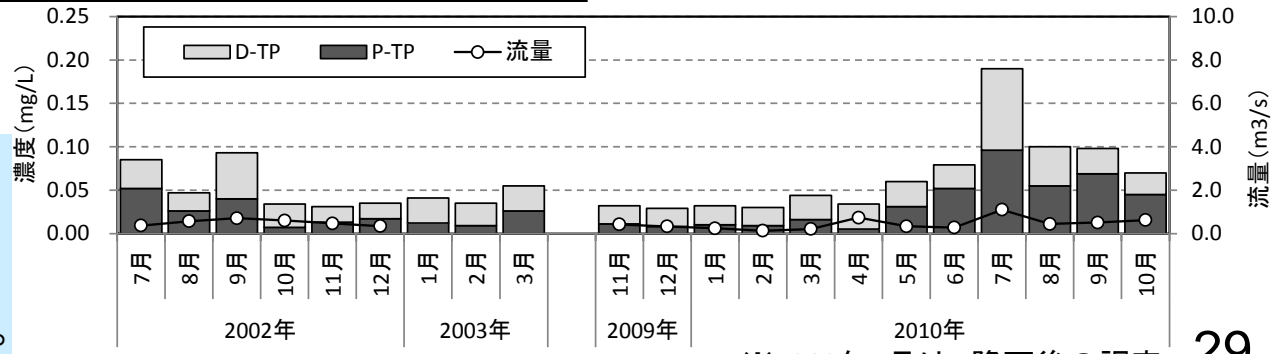
境橋(久著呂川)



光橋(久著呂川)



日進橋(オンネナイ川)



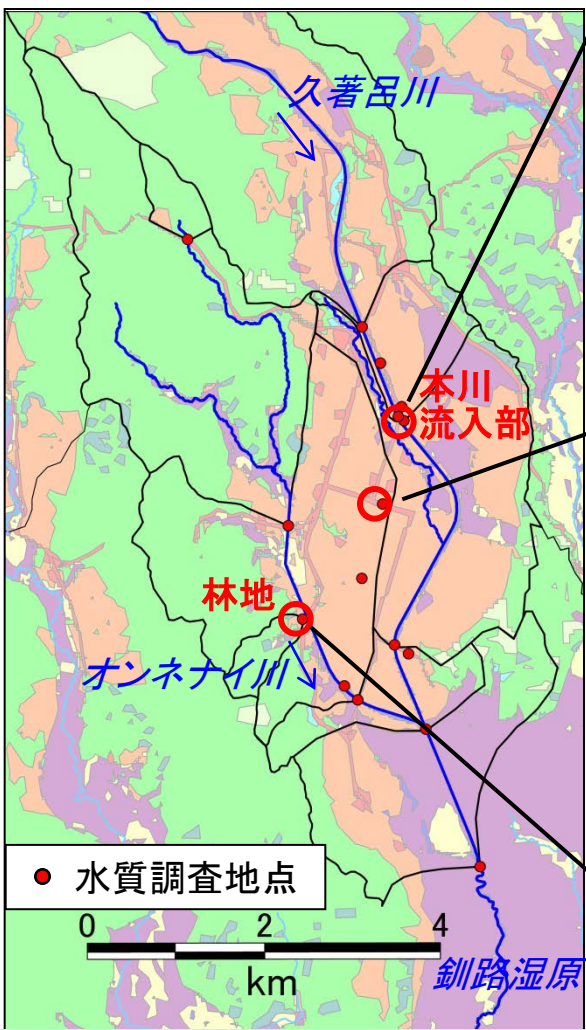
- ・懸濁態の占める割合が高いが、溶存態が勝ることもある。
- ・濃度は春～秋が高く、冬は低い。
- ・調査年で水質に大きな差はない。

※2010年7月は、降雨後の調査

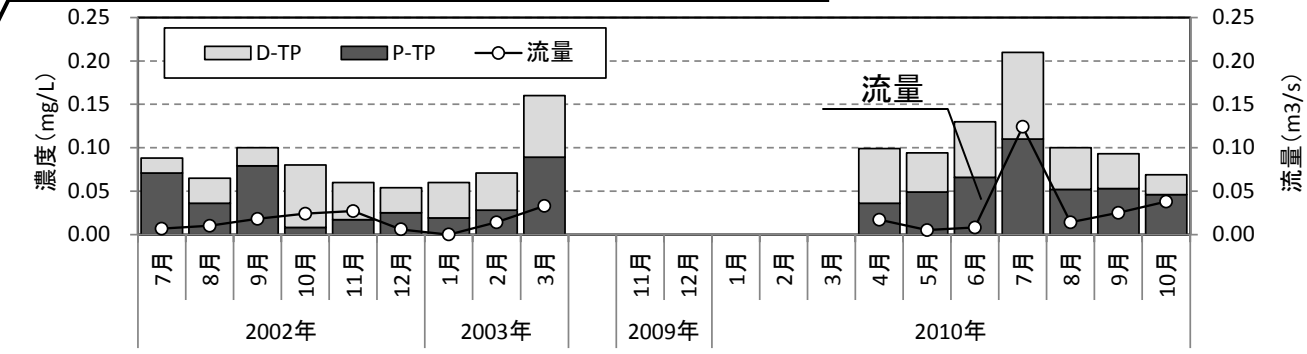
3-2 平水時の水質の特徴

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)

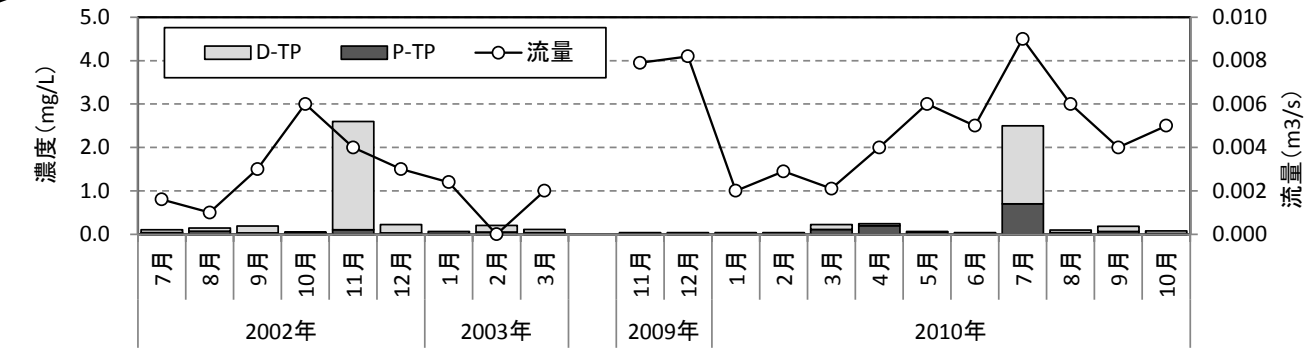
リン (発生源)



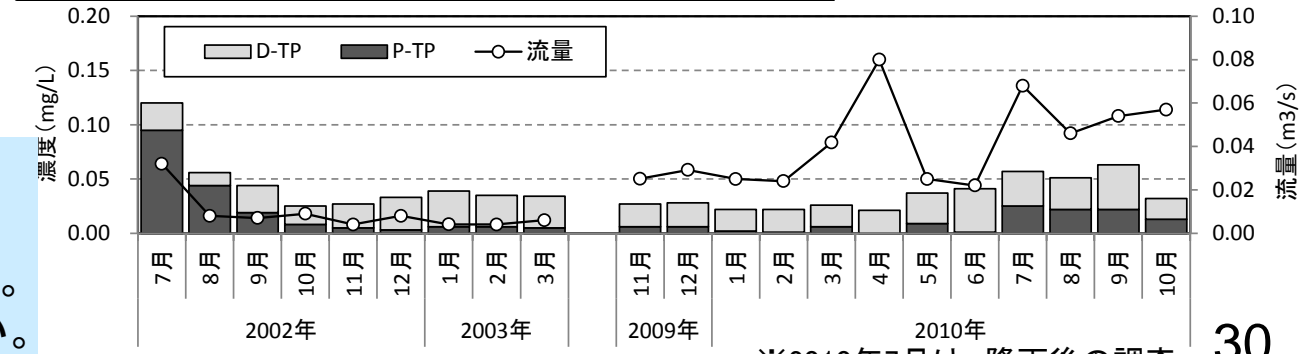
本川流入部(久著呂川流域排水路)



3号排水路上流(久著呂川流域排水路)



林地(オンネナイ川支流)



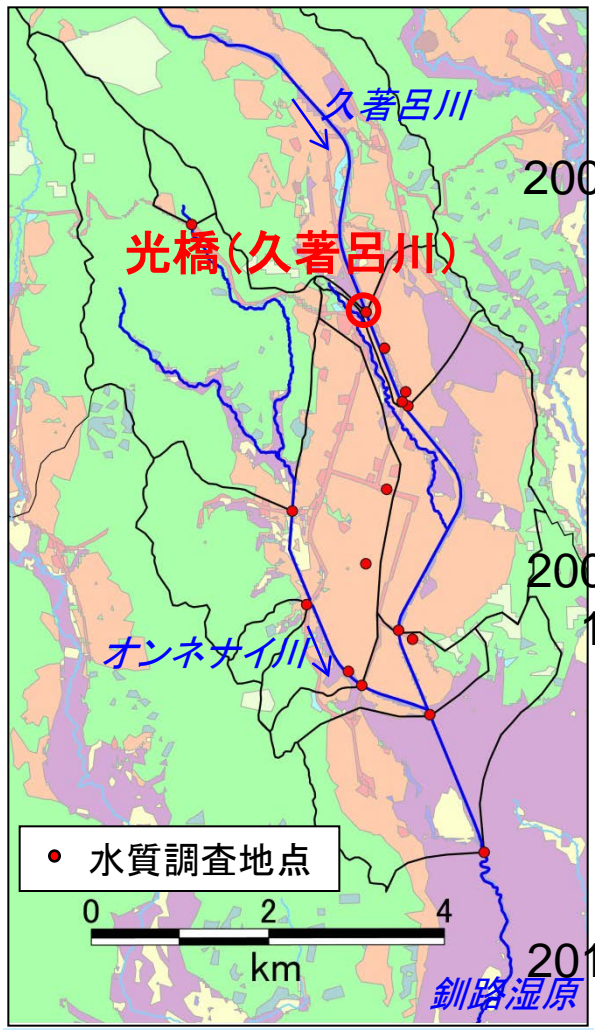
- ・平水時の栄養塩濃度は 農業排水路 > 林地
- ・濃度は春～秋が高く、冬は低い。
- ・調査年で水質に大きな差はない。

※2010年7月は、降雨後の調査

3-3. 降雨時の水質の特徴

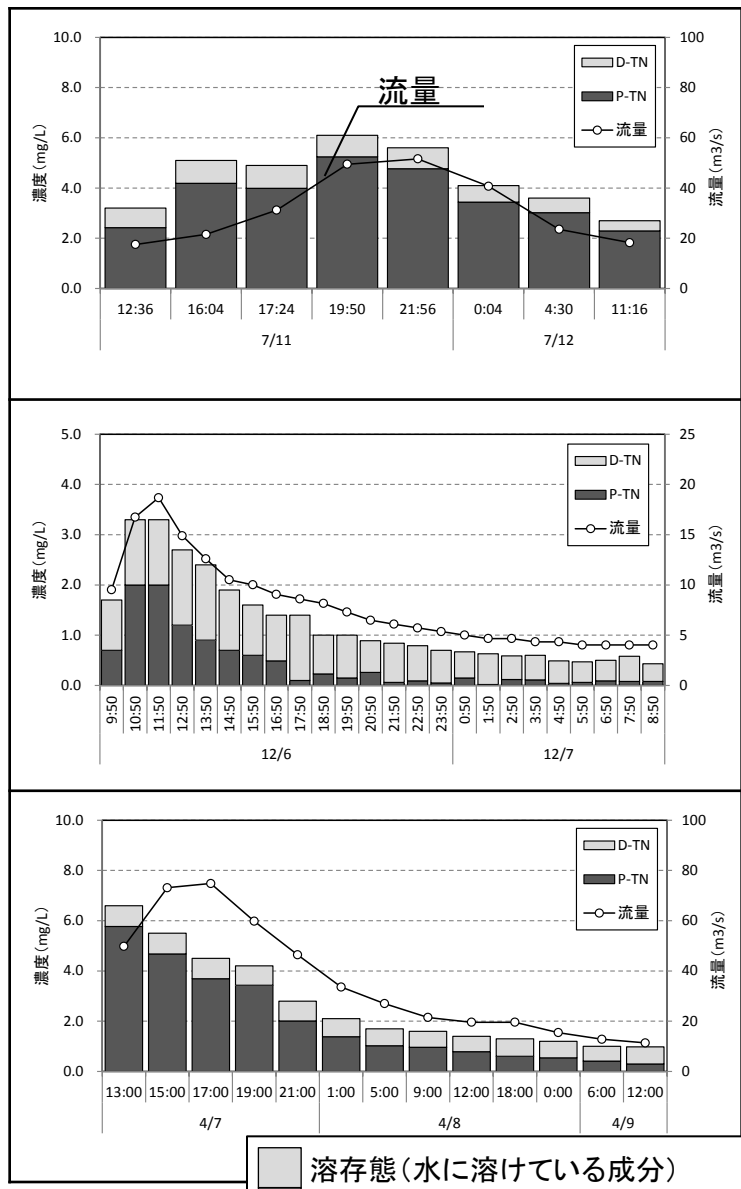
3-3 降雨時の水質の特徴

窒素



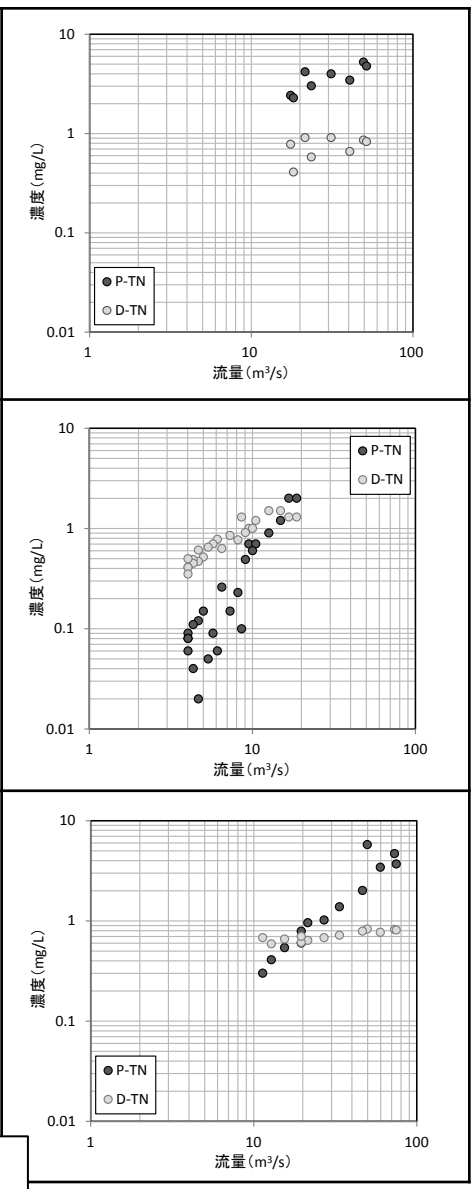
・窒素濃度は、河川流量の増加及び減衰に追従して増減している。

濃度の経時変化



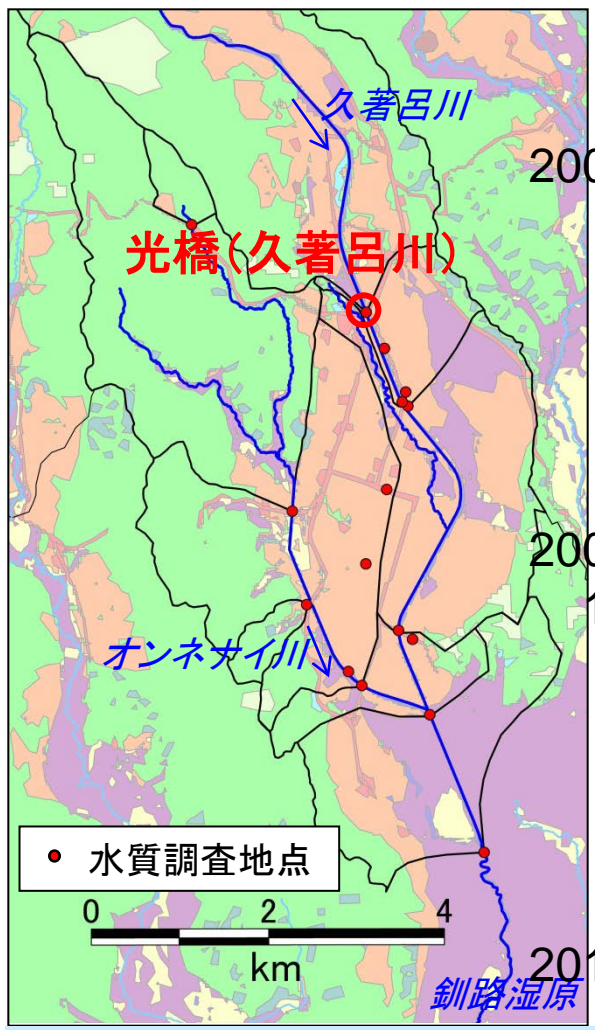
溶存態(水に溶けている成分)
懸濁態(土砂に付着するなどして水中に浮遊している成分)

流量と濃度の関係



3-3 降雨時の水質の特徴

リン



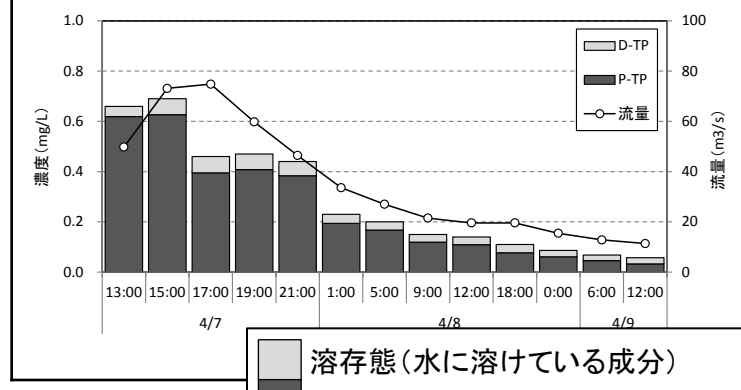
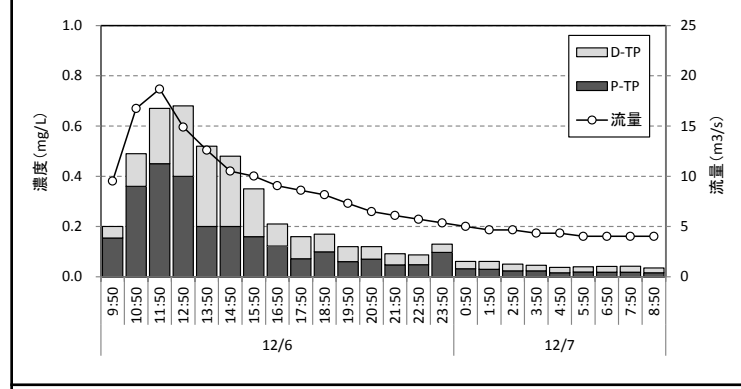
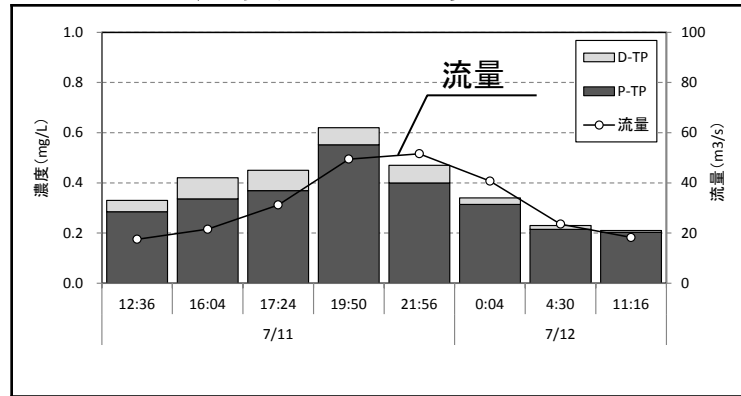
2002年
7月

2009年
12月

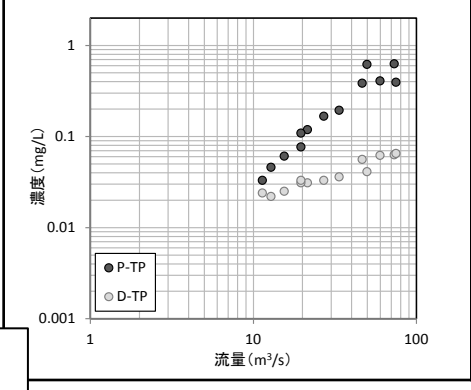
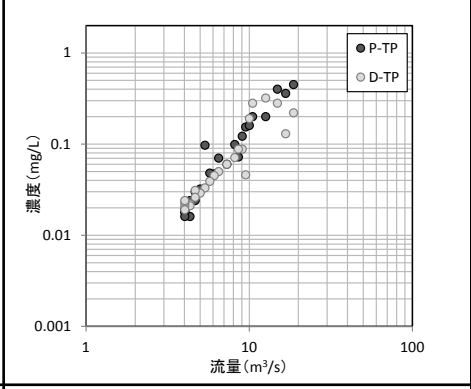
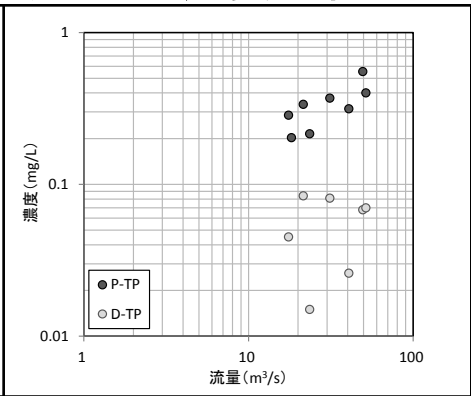
2013年
4月

・リン濃度は、河川流量の増加及び減衰に追従して増減している。

濃度の経時変化



流量と濃度の関係



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)

4. 久著呂川流域における 栄養塩負荷量の推定について

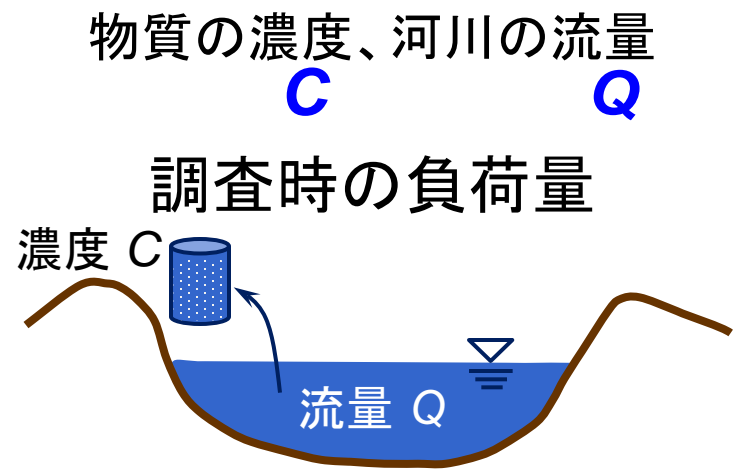
4-1. 栄養塩負荷量の推定方法

4-1 栄養塩負荷量の推定方法

流出負荷量の推定方法

流出負荷量: 河川に流出した負荷量

$$\text{流出負荷量 } L = \text{物質の濃度 } C [\text{mg/L}] \times \text{流量 } Q [\text{m}^3/\text{秒}]$$



年間負荷量に換算

一般に、栄養塩濃度は河川流量に強く依存する

↓

水質調査結果から **負荷量と流量の関係式(L-Q式)**を求める

↓

L-Q式と日流量(観測値、推定値)から1日あたりの負荷量を求める

↓

1年分の日負荷量を足し合わせて年間負荷量を推定する

The graph shows a scatter plot of load (L) on the y-axis versus flow (Q) on the x-axis. A dashed line represents the L-Q relationship, showing a strong positive linear correlation. The text 'L-Q式' is written near the line.

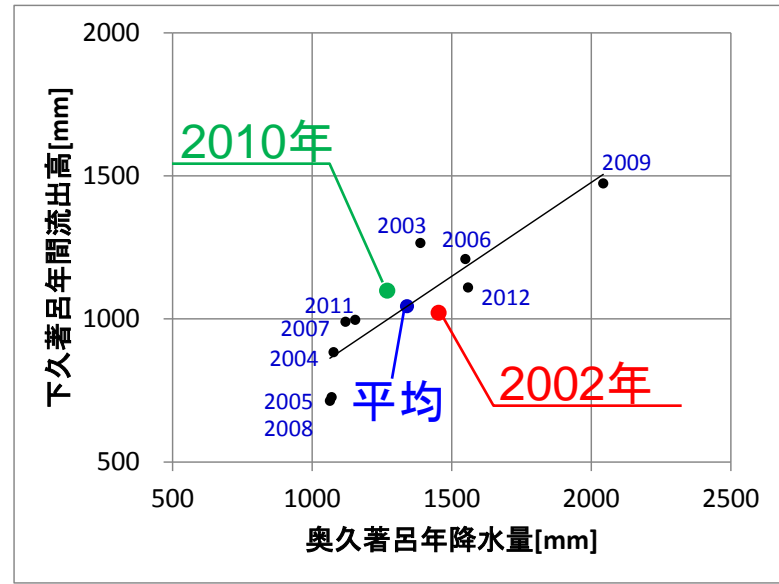
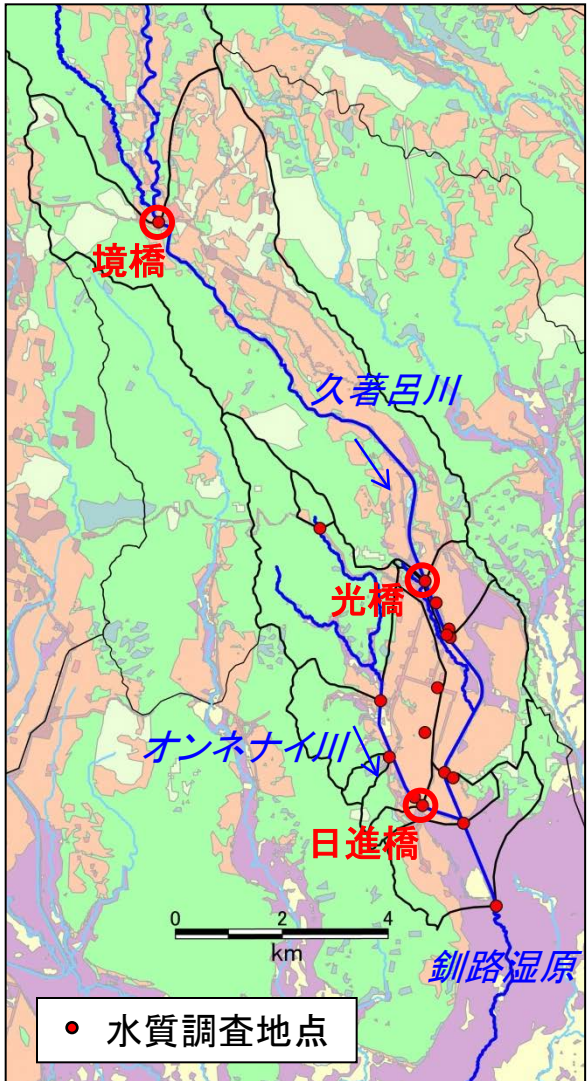
4-2. 久著呂川の栄養塩負荷量

4-2 久著呂川の栄養塩負荷量

流量

光橋：毎日流量観測データ(国土交通省)
 他地点：光橋の日流量×流域面積比

	久著呂川		オンネナイ川
	境橋	光橋	日進橋
流域面積 [km ²]	71.47	99.09	15.14
光橋に対する流域面積比 [%]	0.72	1.00	0.15



久著呂川における降水量と年間流出量

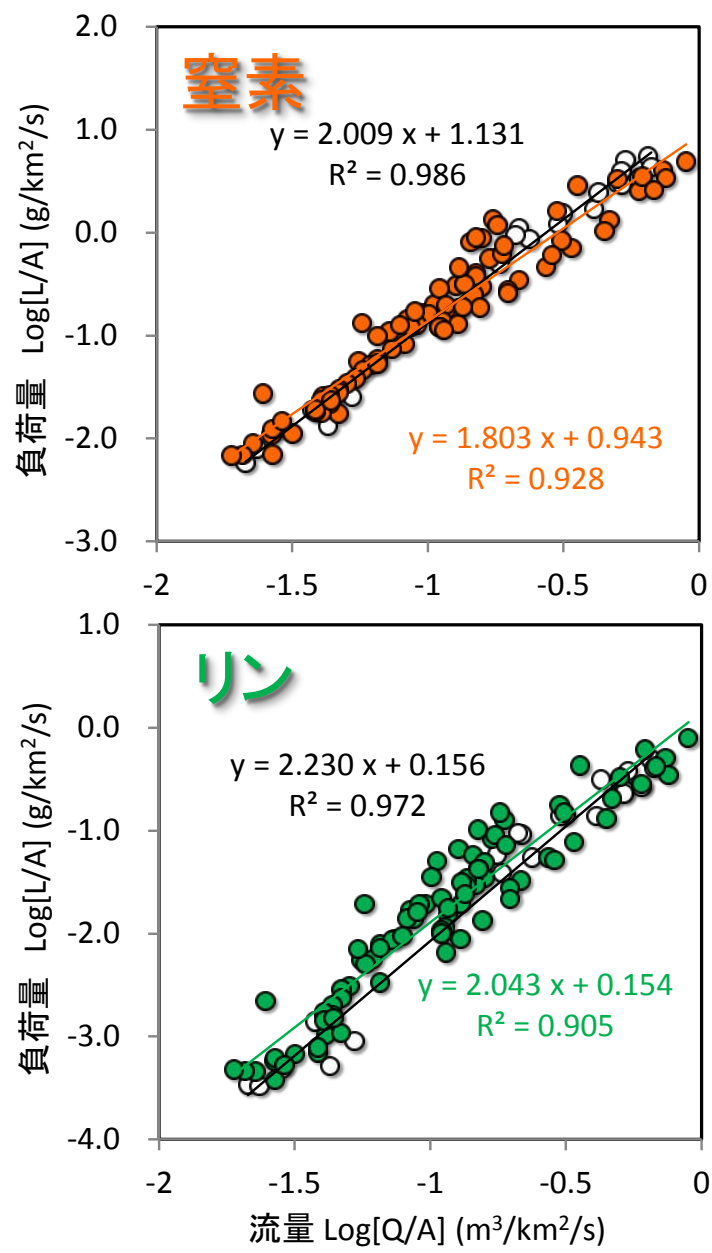
2002年～2013年の期間で、河川流量・年降水量が最も平均に近い**2002年**と**2010年**を代表年として、3地点における流出負荷量を検討した。

4-2 久著呂川の栄養塩負荷量

流出負荷量の推定方法

光橋(久著呂川)

水質調査結果から
各地点のL-Q式
(2002年頃と
2010年頃)
を求めた。



○ : 2002,03年調査の水質
● : 2009,10,13年調査の水質

・左図は、光橋地点における窒素及びリンの比負荷量※1と、比流量※2との関係を示した。
・2002, 03年調査の関係式と2009～13年調査の関係式は、両時期に観測された値の範囲内で概ね示されていることから、水質の変化は少ないと考えられる。

※1 比負荷量: 単位流域面積あたりの負荷量
※2 比流量: 単位流域面積あたりの流量

4-2 久著呂川の栄養塩負荷量

流出負荷量(河川に流出した年間負荷量)

負荷量[kg/年]

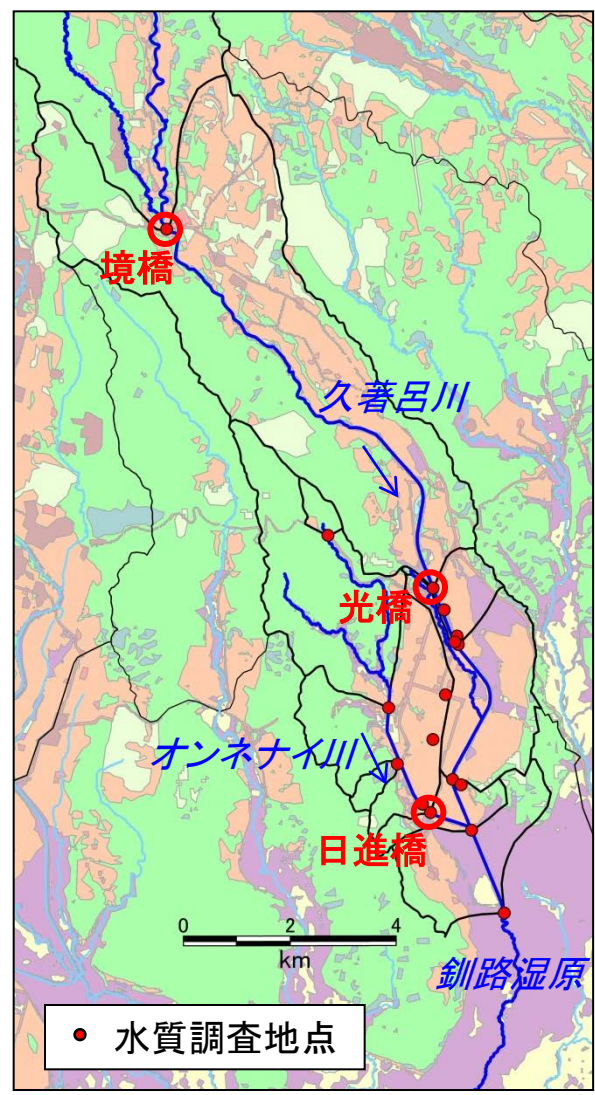
項目	年	久著呂川		オンネナイ川
		境橋	光橋	日進橋
窒素	2002	44,383	101,124	19,476
	2010	38,875	74,428	16,332
リン	2002	3,017	6,936	1,436
	2010	2,988	5,888	1,146

河川流量と年降水量

項目	年	境橋	光橋	日進橋
総流量 ($\times 10^6 \text{m}^3$)	2002	74.4	103.2	15.8
	2010	76.9	106.7	16.3
降水量 (奥久著呂)	2002	1453 mm (奥久著呂)		
	2010	1269 mm (奥久著呂)		

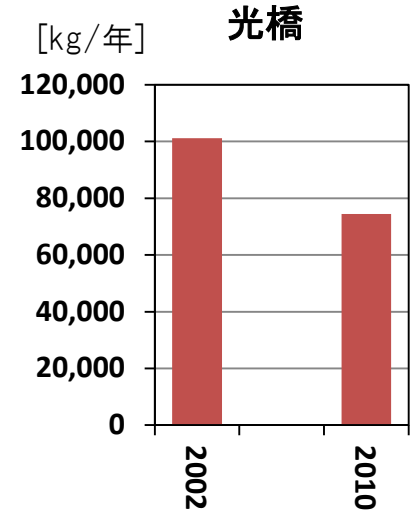
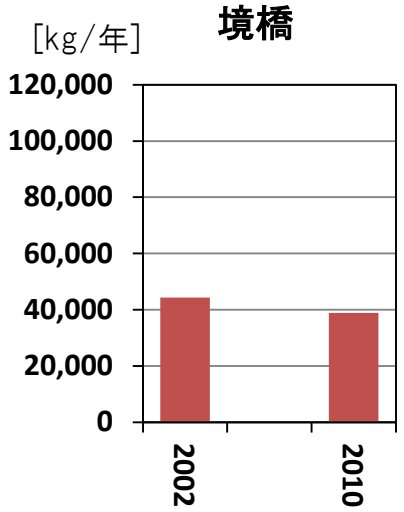
4-2 久著呂川の栄養塩負荷量

流出負荷量(河川に流出した負荷量)



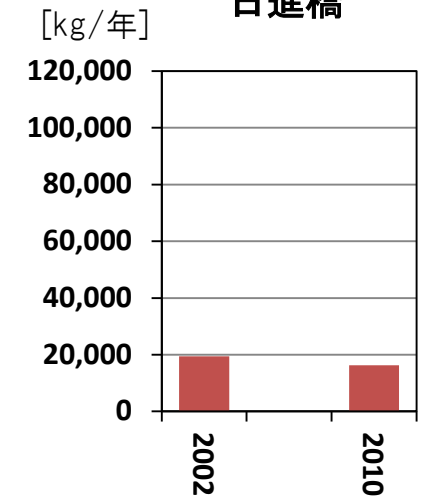
窒素

久著呂川

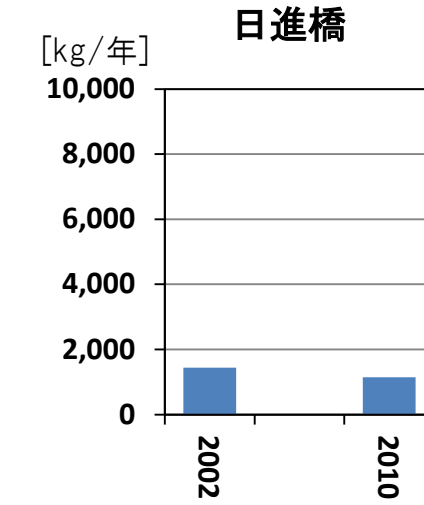
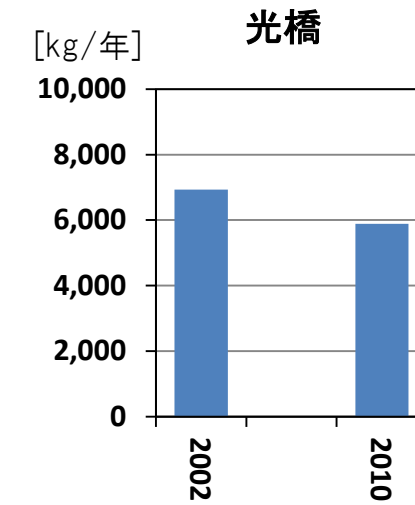
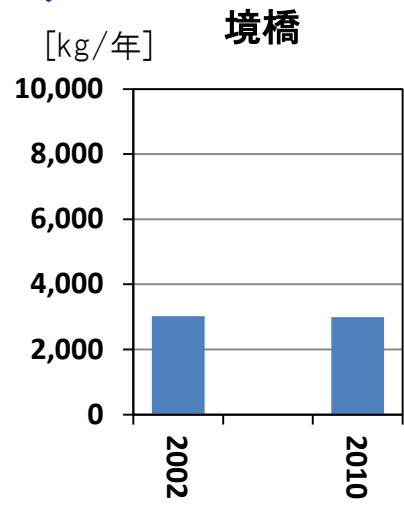


オンネナイ川

日進橋



リン



ま と め

久著呂川流域の流域特性の変遷と、最近10年間の水質を整理し、栄養塩負荷量を算出しました。

- ・久著呂川流域の近年人口はほとんど変化していない。
- ・久著呂川流域の乳用牛の飼養頭数は増加している。
- ・久著呂川流域の水質は、最近10年間で横ばいの傾向がみられる。
- ・久著呂川流域の年間負荷量は、河川流量にもよるが、最近10年間で大きな変化がみられない。