

研究報告：「狩野川水系における底生動物の集団動態推定：分子マーカーによる検討」

谷野 宏樹 信州大学 東城研究室 学生

【加藤 憲二 研究会代表（静岡大学名誉教授）】 研究報告の2つ目、2題目として、信州大学の東城研究室の大学院生、D2だとお聞きしていますが、谷野さんに「狩野川水系における集団動態の推定」ということで、15分、お話をいただきます。谷野君、どうぞよろしくお願いいたします。

**狩野川水系における底生動物の集団動態推定：
分子マーカーによる検討**



○谷野宏樹（信大院・総合医理工）・竹中将起（信州大，基生研）
・田路泰志（信州大・理）・岡本聖矢（信州大・総合医理工）・
東城幸治（信州大・理学系）

1

【谷野】 よろしくお願ひします。

信州大学の谷野と申します。よろしくお願ひします。

「狩野川水系における集団動態の推定」とタイトルに書いてあるんですけども、自分に関するテーマでかかわらせていただいた研究について、3つお話をしたいと考えています。

ワンド・タマリにおける 群集構造・遺伝構造の比較

ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* における遺伝構造・遺伝子流動の検討

狩野川放水路上流、下流における 群集構造の比較検討

2

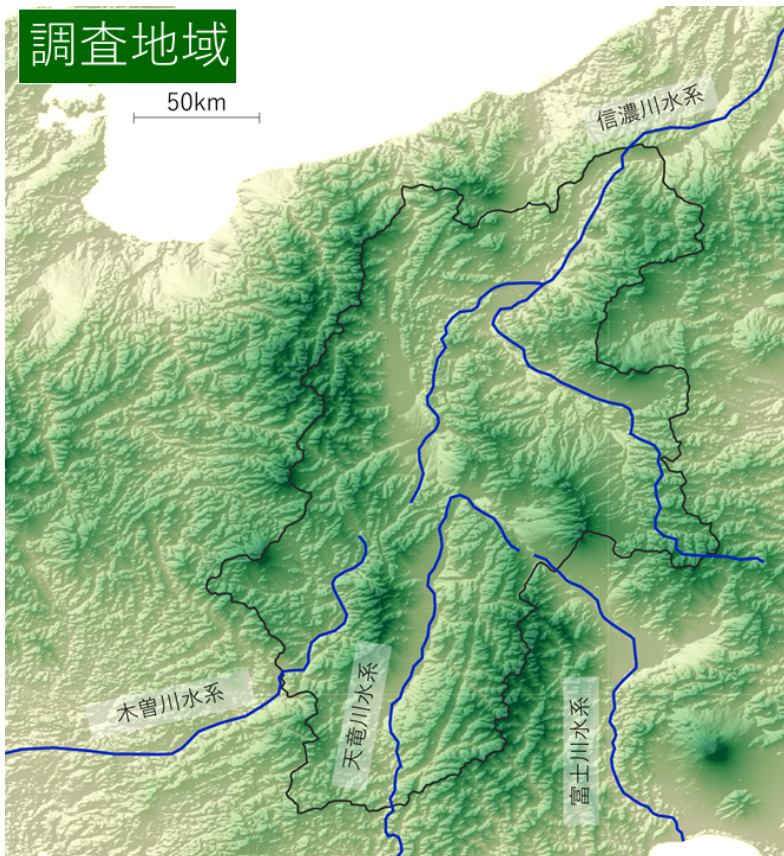
一番上は、狩野川水系では実施しておりませんが、狩野川水系でも同じような解析に取り組みたいと考えているような研究です。2番目、3番目は、柿田川を含む狩野川水系において実施した研究になります。3番目に関しては、先ほど塚越先生からもお話しいただいた、2019年10月12日の台風19号の洪水の際に開放された狩野川放水路上流側と下流側の底生動物相を比較したデータが出てきます。

ワンド・タマリにおける 群集構造・遺伝構造の比較

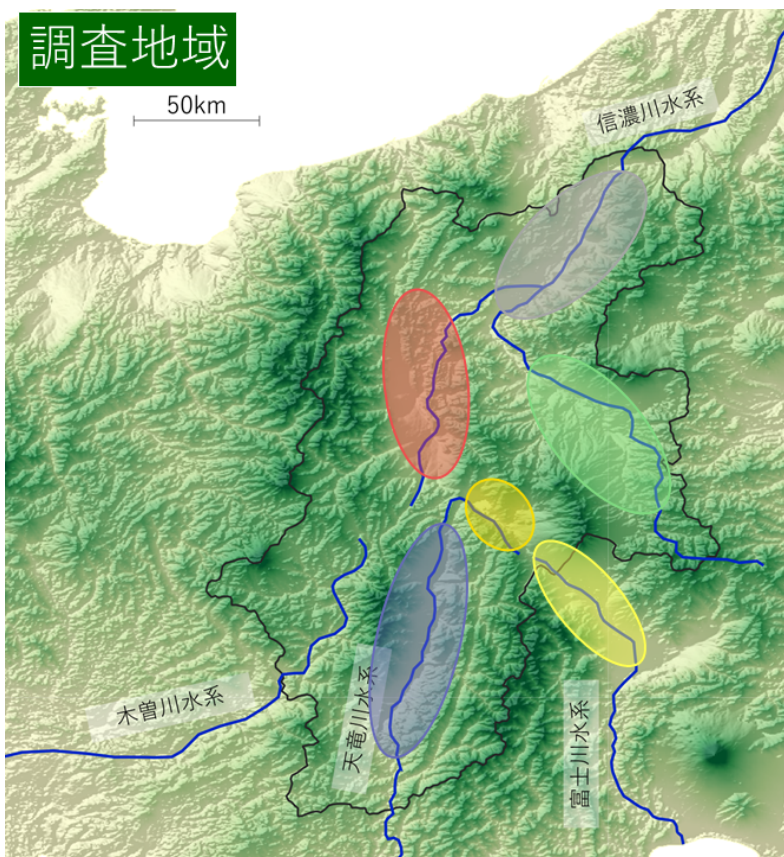
ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* における遺伝構造・遺伝子流動の検討

狩野川放水路上流、下流における 群集構造の比較検討

3



4

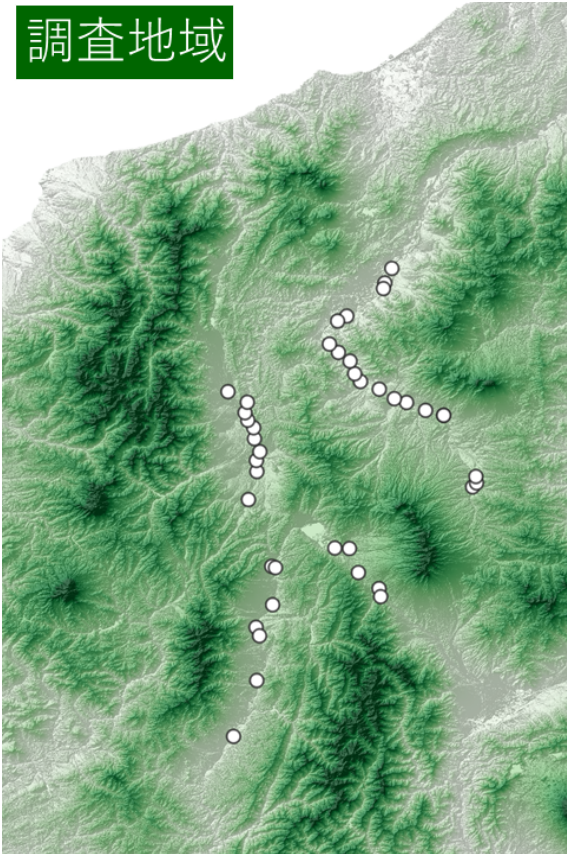


- = 長野盆地
- = 松本盆地
- = 上田盆地
- = 伊那盆地
- = 諏訪盆地
- = 甲府盆地

6盆地で調査

最初の話題は、ワンド・タマリに関してです。この研究は、長野県を中心にしてきました。長野県内には山塊で区分された複数の盆地がありまして、これまで6つの盆地で調査をしてきました。

調査地域



定量調査を実施

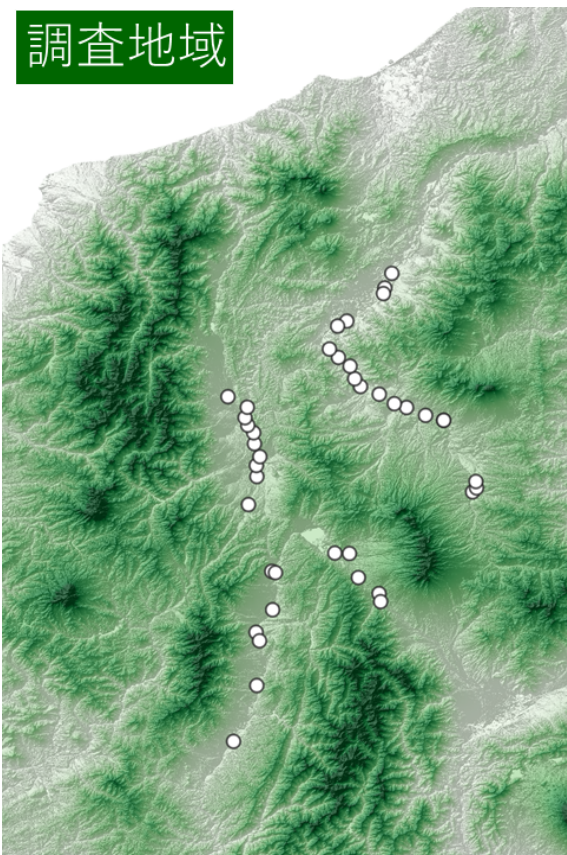
→種多様性を調査

調査地点を中心に

半径1kmの土地利用面積を計算

6

調査地域



定量調査を実施

→種多様性を調査

調査地点を中心に

半径1kmの土地利用面積を計算

多様度指数
vs.
周辺の土地利用

生息地環境だけでなく、周辺の環境も止水生昆虫の群集構造に影響するのか？

7

具体的には、この白いプロットが打たれている地点で定量調査を実施して、止水生、ワンド・タマリに生息するような昆虫の種の多様性を調査しました。それと、従来、ワンド・タマリの河道内環境という

のはかなり注目されてきたんですけども、周辺の土地利用、河道外環境についても注目したらおもしろいのではないかと考えて、生物の多様性指数と周辺の土地利用の関係なども見てみました。

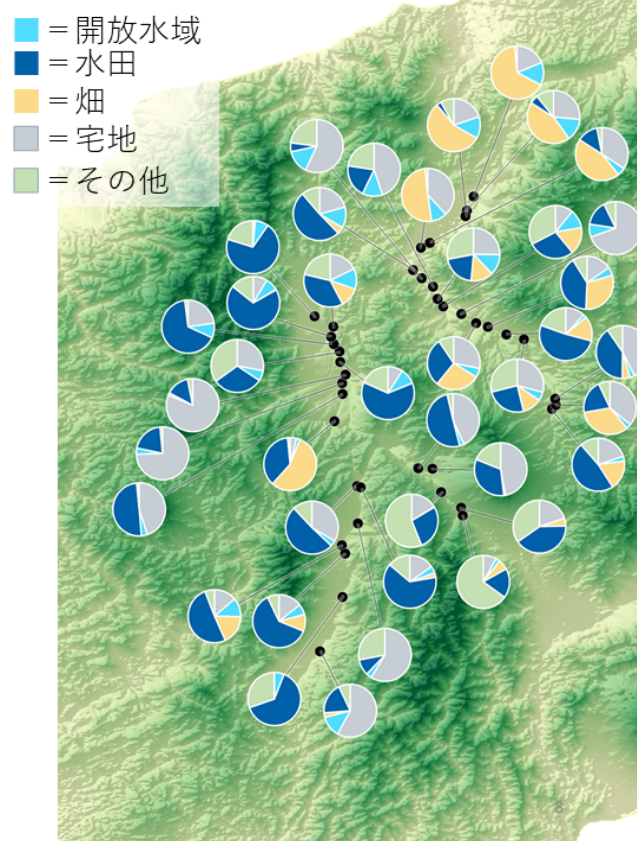
土地利用の計算

松本盆地・伊那盆地・
諏訪盆地・甲府盆地

**水田・開放水域が
比較的多い**

長野盆地

**畑・宅地が
比較的多い**



全体の盆地の特色としては、土地利用については、長野盆地を除いて全体的に水田と開放水域が比較的多くて、一方で長野盆地の周辺は畑や宅地としての利用が多いことが解りました。

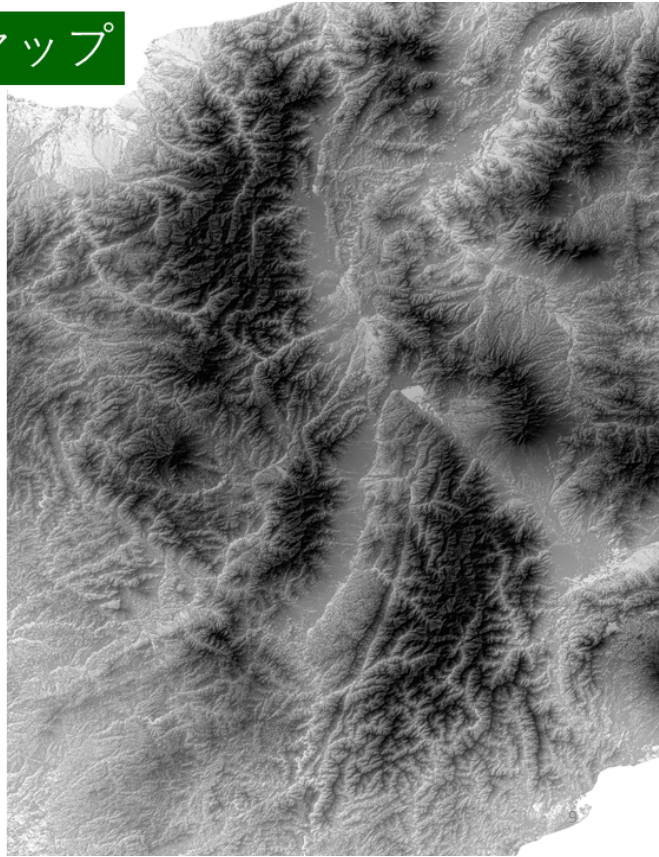
生物多様性ヒートマップ

止水生甲虫類・半翅類
計15種を採集

Simpsonの λ 指数

(Simpson 1949)
を計算

地点ごとの多様度から
ヒートマップを作成



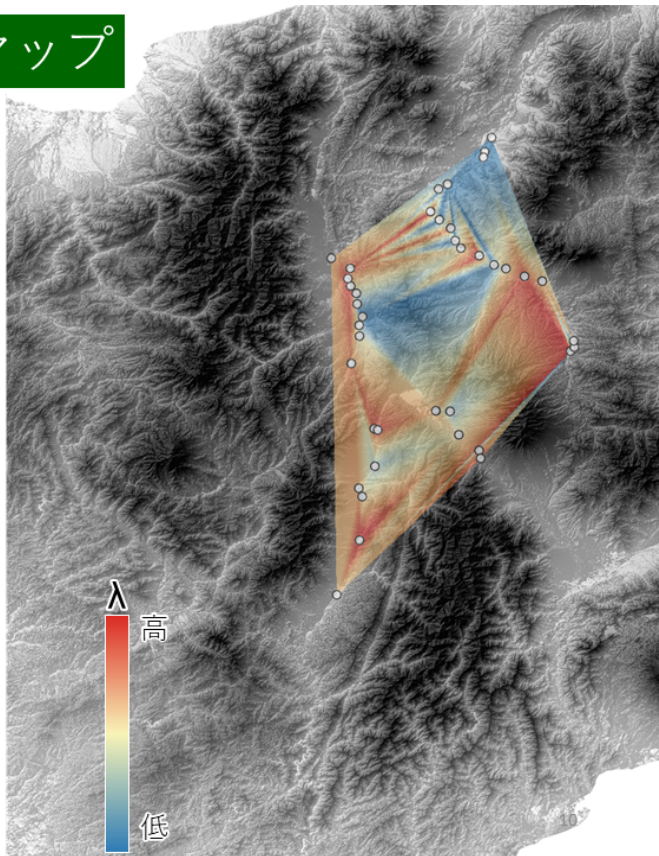
生物多様性ヒートマップ

止水生甲虫類・半翅類
計15種を採集

Simpsonの λ 指数

(Simpson 1949)
を計算

地点ごとの多様度から
ヒートマップを作成



そして、水生昆虫の生物多様性をシンプソンのラムダ指数で計算して、ヒートマップをつくって比較してみました。生物多様性が高い地域はより赤い色で塗られていて、低い地点は青い色で塗られるよう

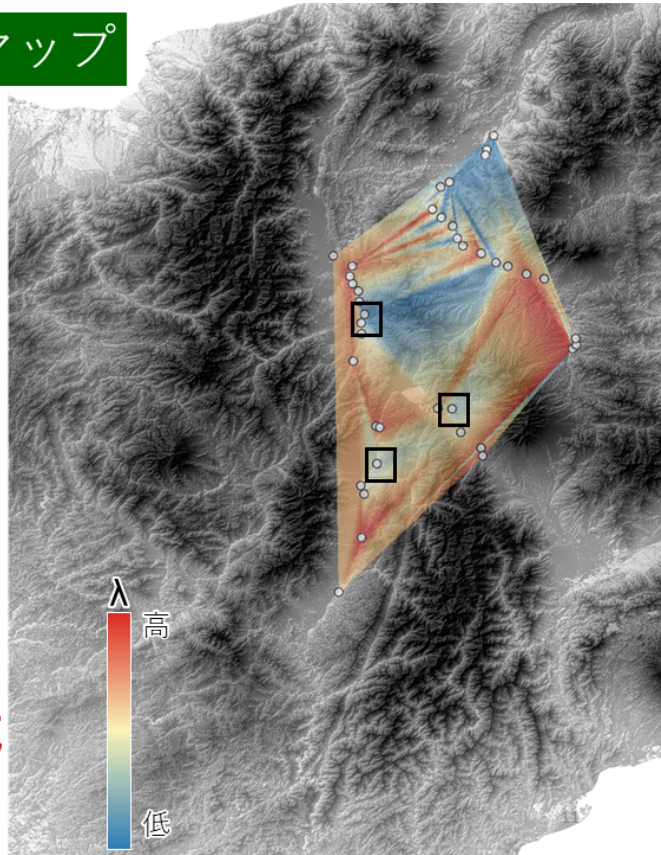
になっています。

生物多様性ヒートマップ

止水生甲虫類・半翅類
計15種を採集

Simpsonの λ 指数
(Simpson 1949)
を計算

地点ごとの多様度から
ヒートマップを作成

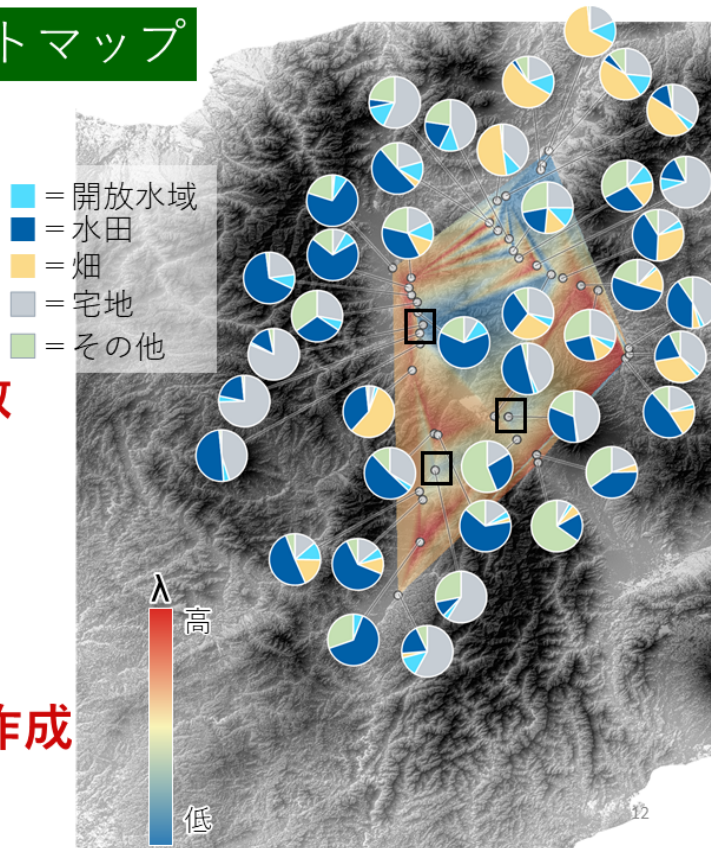


生物多様性ヒートマップ

止水生甲虫類・半翅類
計15種を採集

Simpsonの λ 指数
(Simpson 1949)
を計算

地点ごとの多様度から
ヒートマップを作成



例えば、ここの四角く囲ったところは、南側は比較的赤いんですけども、一部青くなっているところ

もあって、実際、土地利用と合わせてみると、開放水域や水田がかなり多い地域はやはり全体的に多様度が高く、こういう囲っているような地点は、全体的に水田が多い盆地であっても、例外的に一部、周辺地域に畑や宅地が多い地域は多様度が低い結果になりました。

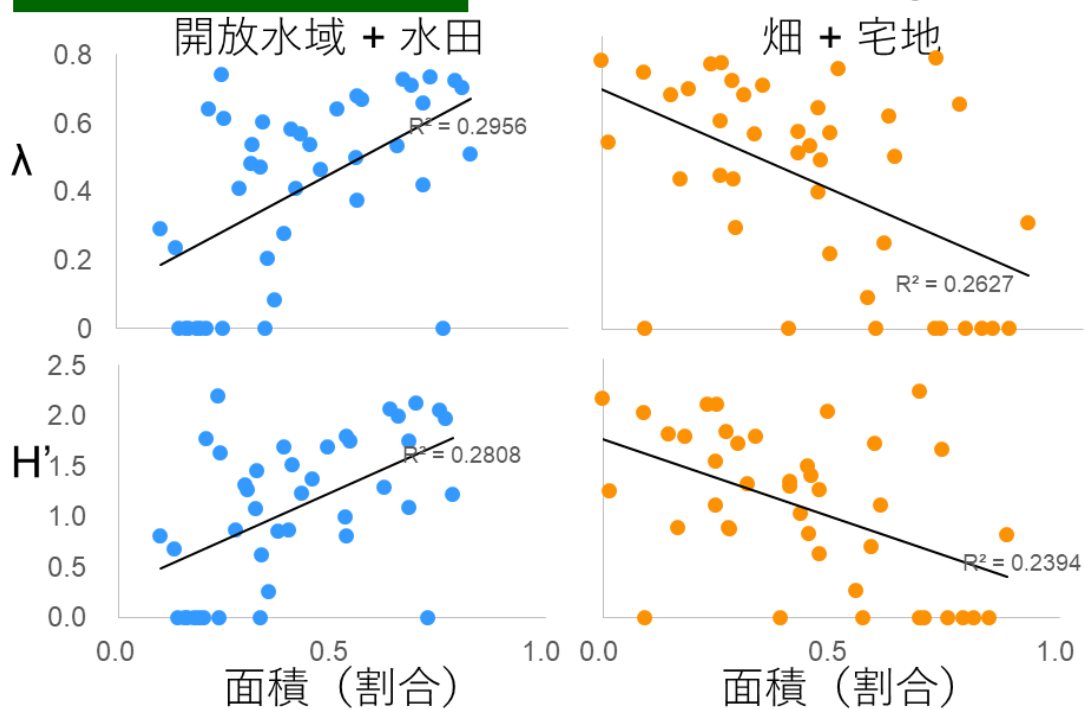
多様度 vs. 土地利用

Simpsonの λ 指数 (Simpson 1949)
Shannon-Wienerの H' 指数 (Margalef 1958)

13

多様度 vs. 土地利用

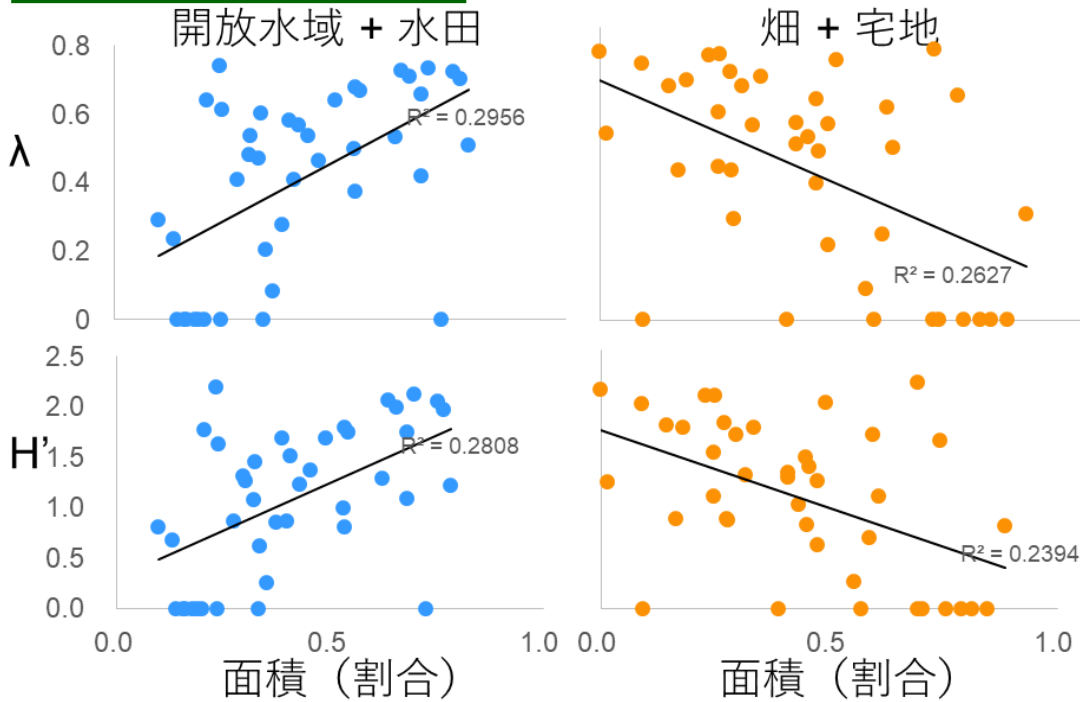
Simpsonの λ 指数 (Simpson 1949)
Shannon-Wienerの H' 指数 (Margalef 1958)



14

多様度 vs. 土地利用

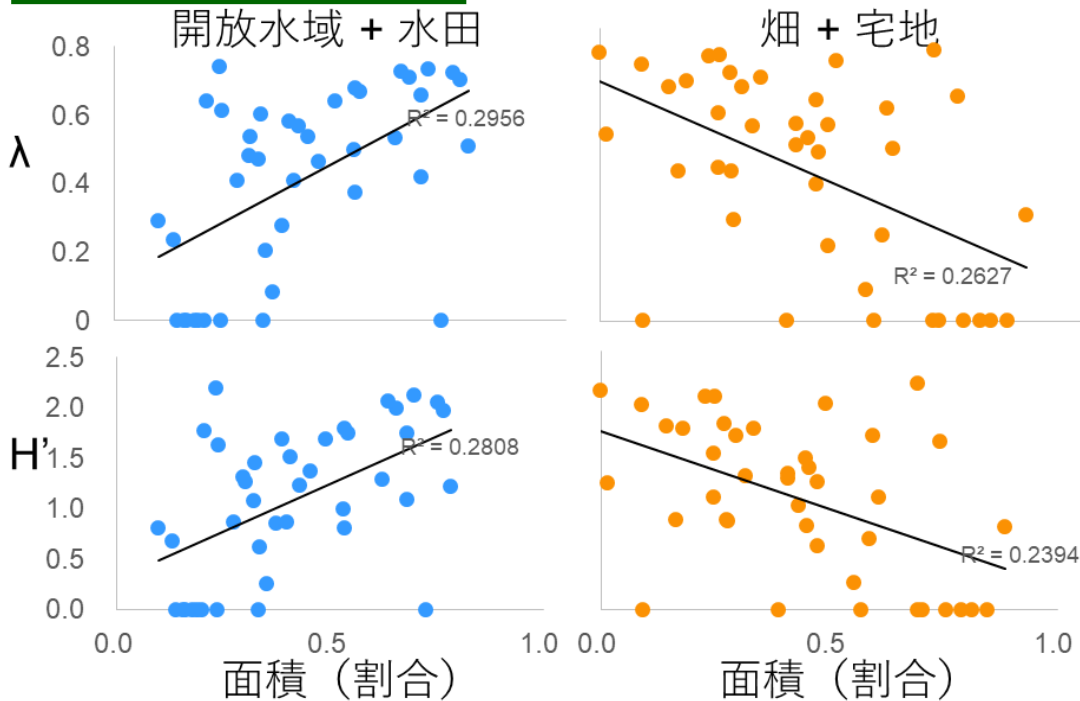
Simpsonのλ指数 (Simpson 1949)
Shannon-WienerのH'指数 (Margalef 1958)



群集構造と周辺の土地利用は大きく関係¹⁵

多様度 vs. 土地利用

Simpsonのλ指数 (Simpson 1949)
Shannon-WienerのH'指数 (Margalef 1958)



水域の連続性が群集構造に影響か？

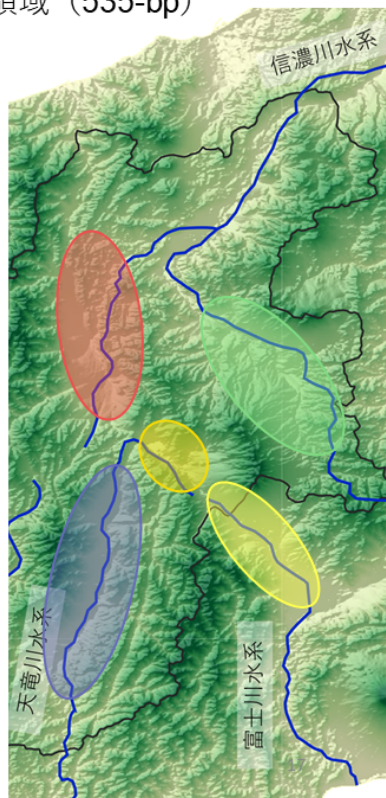
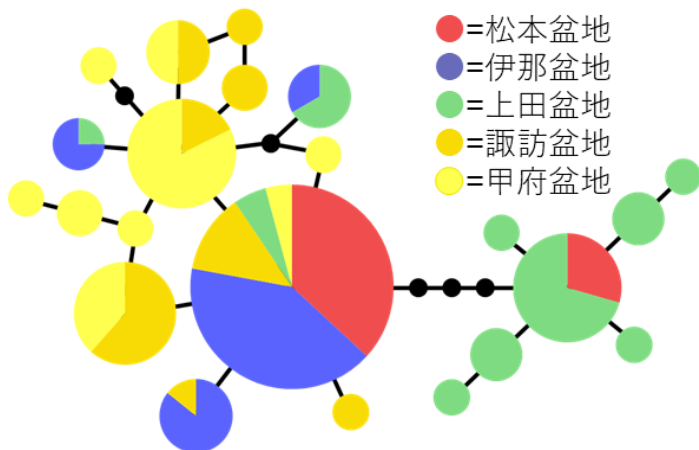
16

また、相関についても見てみると、開放水域、水田の面積が増えれば増えるほど種の多様性も多様性も高くなり、逆に畑、宅地の面積が増えるほど多様度は低くなる傾向が認められました。なので、群集

構造と河道外の環境は大きく関係しているのではないかとこのデータがこれまで得られています。

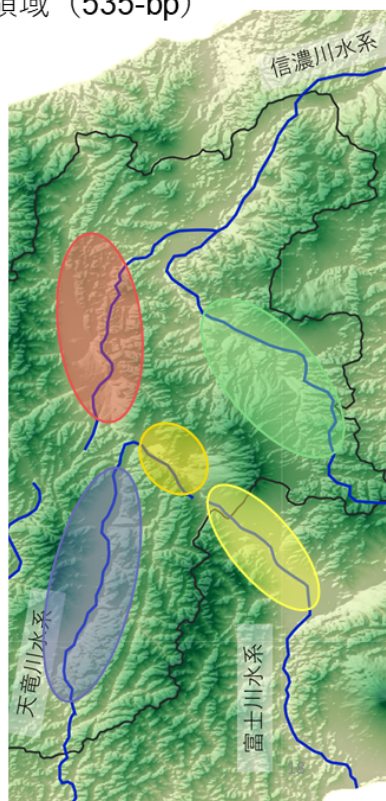
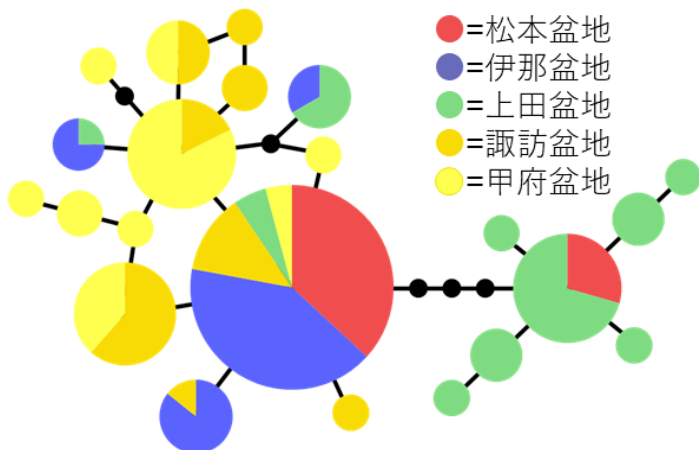
コオイムシの遺伝構造 mtDNA COI領域 (535-bp)

ハプロタイプネットワーク図 (N=183)



コオイムシの遺伝構造 mtDNA COI領域 (535-bp)

ハプロタイプネットワーク図 (N=183)



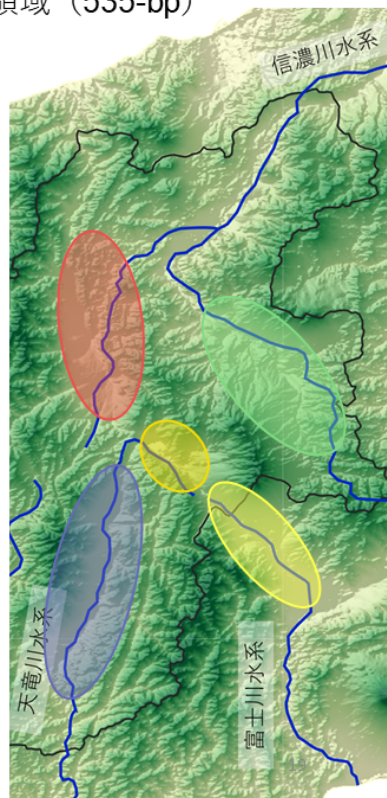
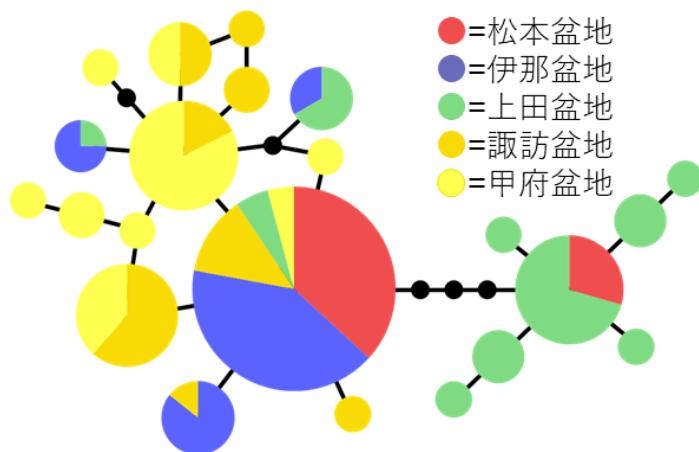
統計学的解析 (AMOVA) :
盆地ごとに遺伝的分化 (P<0.01)

このような結果を踏まえて、遺伝子解析も行いました。ワンド・タマリ環境において、比較の数が多い

くとれたコオイムシという昆虫について遺伝子解析を行いました。

コオイムシの遺伝構造 mtDNA COI領域 (535-bp)

ハプロタイプネットワーク図 (N=183)



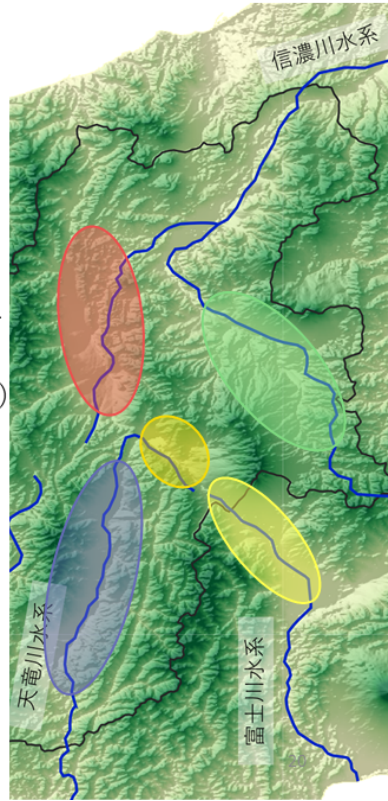
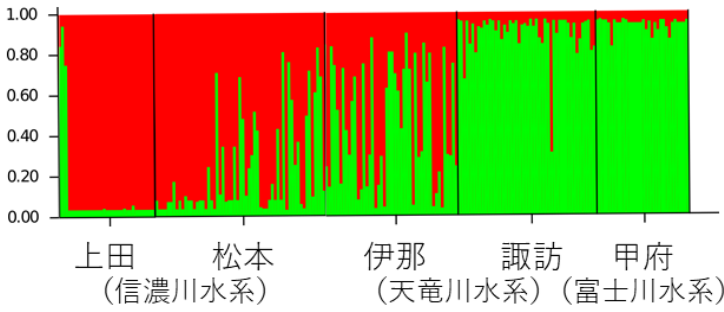
各盆地で遺伝子型の共有もみられる

盆地間の緩やかな 遺伝的交流を示唆

こちらが遺伝子解析のハプロタイプネットワーク図、それぞれの遺伝子型の関係性を示した図になります。盆地ごとに色を分けて示しています。上田盆地がネットワークの右にまとまるように、また左には諏訪盆地や甲府盆地がまとまるような傾向がみられます。統計的には盆地ごとに遺伝的な文化が認められるような結果になりました。ただ、一つの円の中にいろいろな色がまじっているところもあるで、各盆地間では緩やかな遺伝的交流も起きていることが考えられます。

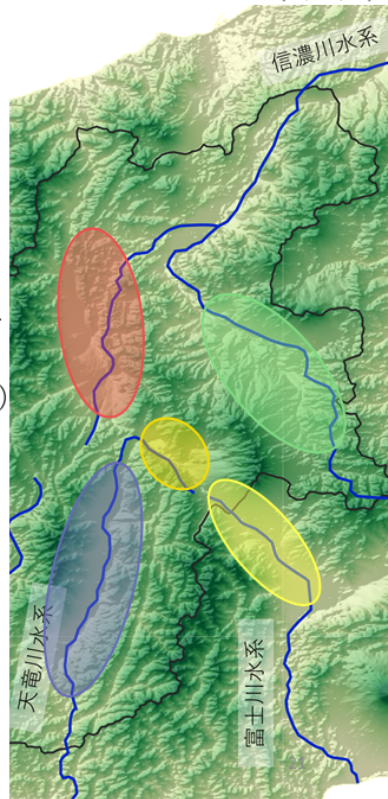
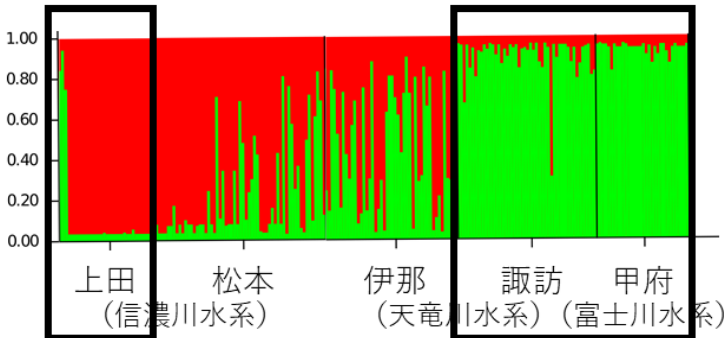
コオイムシの遺伝構造 マイクロサテライト・マーカー (5座位)

ストラクチャー解析 (N=259)



コオイムシの遺伝構造 マイクロサテライト・マーカー (5座位)

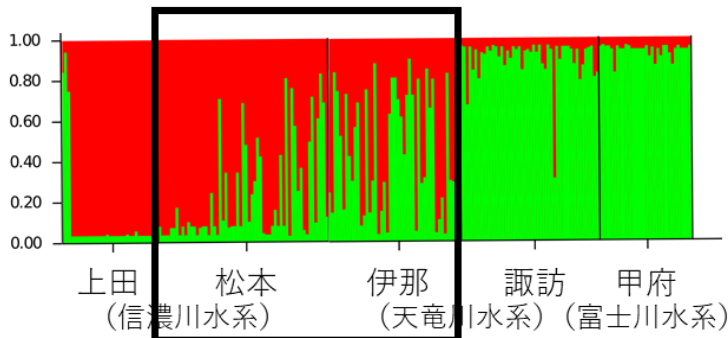
ストラクチャー解析 (N=259)



上田盆地、諏訪・甲府盆地
独立した遺伝構造

コオイムシの遺伝構造 マイクロサテライト・マーカー (5座位)

ストラクチャー解析 (N=259)

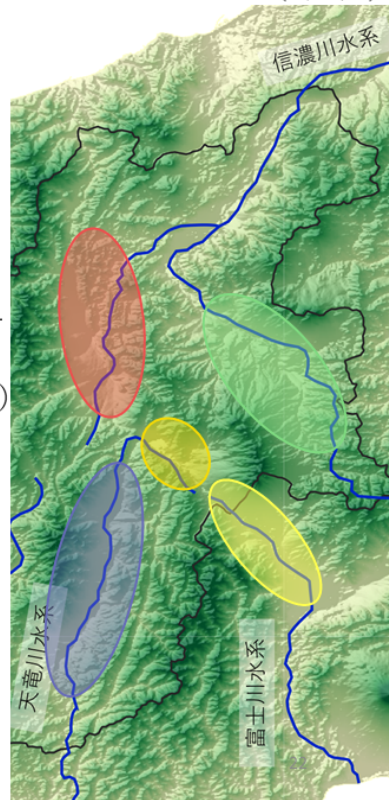


上田盆地、諏訪・甲府盆地

独立した遺伝構造

松本盆地・伊那盆地

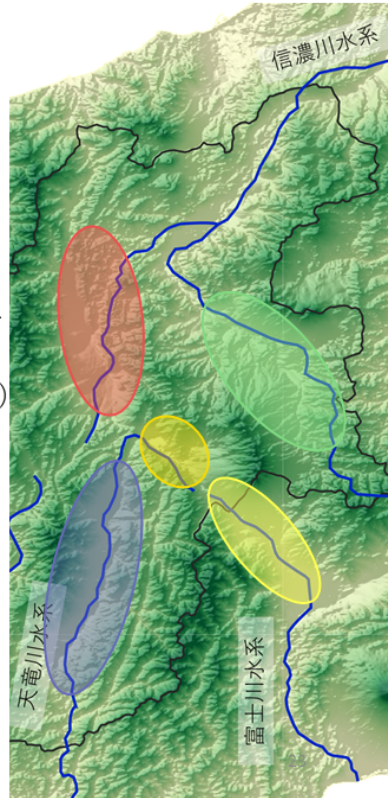
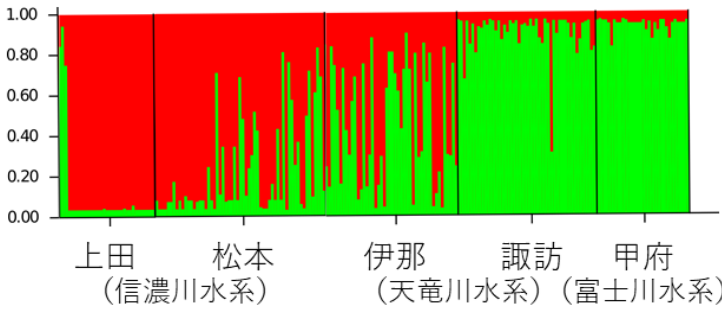
中間的な遺伝構造



この傾向をより細かく見るために、マイクロサテライト・マーカーという個体識別にも用いられる領域を使って遺伝構造を比較しました。このあたりが諏訪盆地、甲府盆地で、このあたりが上田盆地ですが、それぞれ独立した遺伝構造を示して、松本盆地や伊那盆地、赤色、青色のところは中間的な遺伝構造になるということが示されました。

コオイムシの遺伝構造 マイクロサテライト・マーカー (5座位)

ストラクチャー解析 (N=259)



上田盆地、諏訪・甲府盆地

独立した遺伝構造

松本盆地・伊那盆地

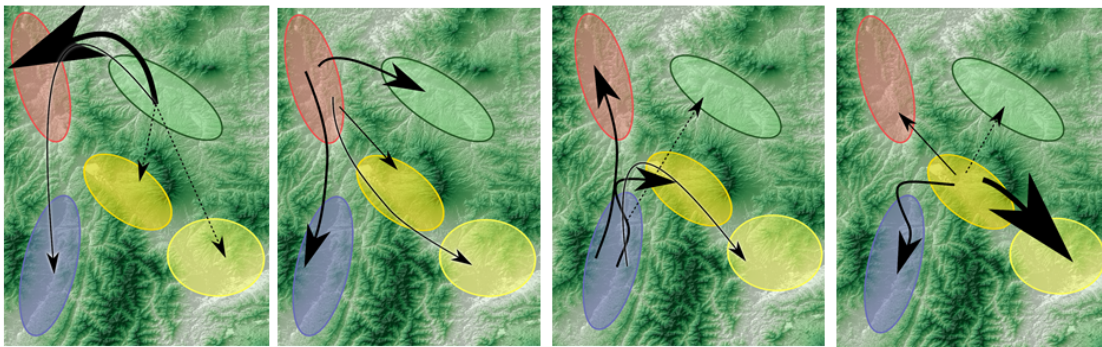
中間的な遺伝構造

遺伝構造に影響する要因

山岳域の存在 > 水系の違い

遺伝構造に何が影響するかは、水系が違うかどうかということよりも、盆地間に分散の障壁となるような大きな山塊があるかどうかが大きく影響していそうだという結果が得られています。

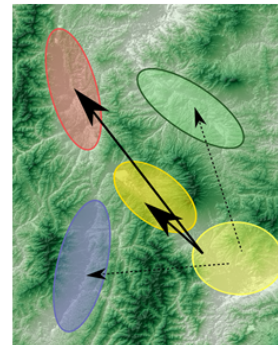
コオイムシの遺伝子流動 Migrate-nによる解析 (COI 535-bp, n=183)



	上田	松本	諏訪	甲府	伊那
上田	-	5795	91	80	1046
松本	3645	-	1563	1965	3630
諏訪	448	1070	-	7753	2380
甲府	366	3095	2006	-	810
伊那	782	2943	3913	1318	-

山岳域を跨いだ分散は極めて少ない：

低地を介した移動分散を支持



これにつきまして、移動分散をより細かく見ていくために、Migrate-n というソフトウェアを用いて検討しました。上田ー松本間の分散がどれだけあるか、上田ー諏訪間の分散がどれだけあるか、それぞれ矢印で上に示しているところを見ていただくとわかりやすいかと思うんですけども、それぞれ相対的な移動分散を数値で示しました。これを見ると、やはり低地を介した移動分散、山はなかなか越えられないという結果が得られています。これまで、土地利用との関係も含めて、盆地の中にある、山岳の中にある地域でしか検討していなかったので、今後、狩野川水系や富士川水系においても同様の調査をしていきたいと考えています。

ワンド・タマリにおける 群集構造・遺伝構造の比較

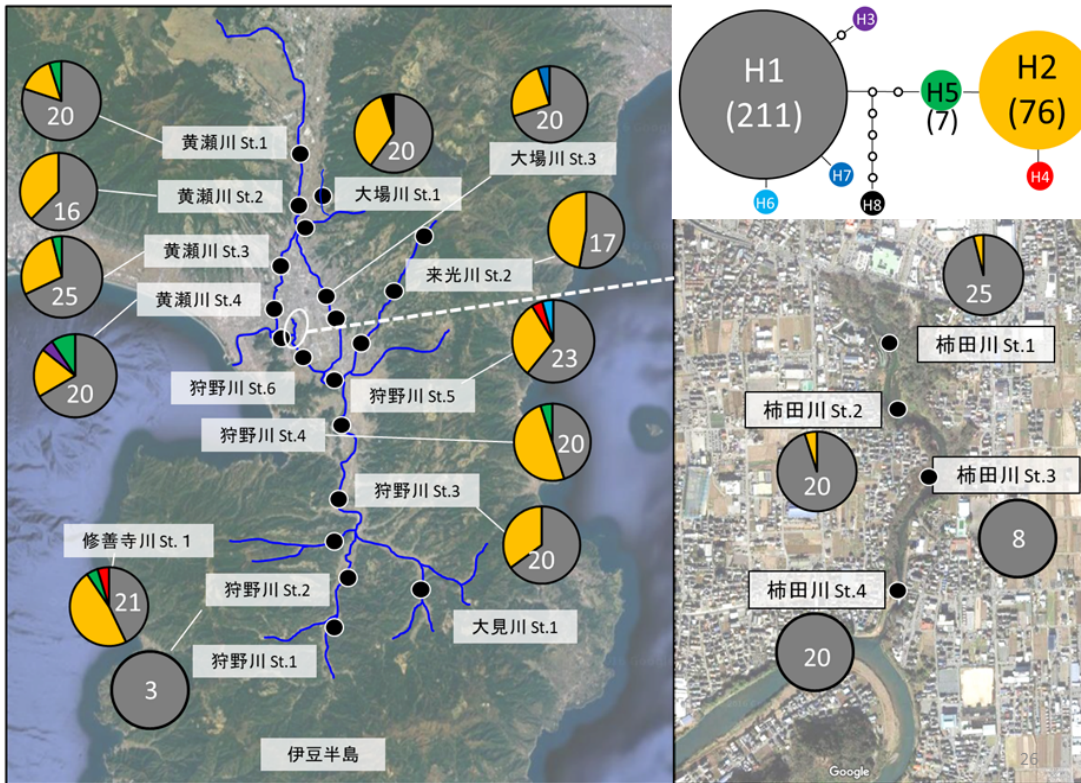
ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* における遺伝構造・遺伝子流動の検討

狩野川放水路上流、下流における 群集構造の比較検討

25

次に、狩野川水系の研究結果になります。これは、2016年、2017年、過去に行った研究結果です。先ほどお話いただいたように、先週、サンプリングしたものもあるので、洪水前と洪水後の比較も遺伝構造できると考えています。

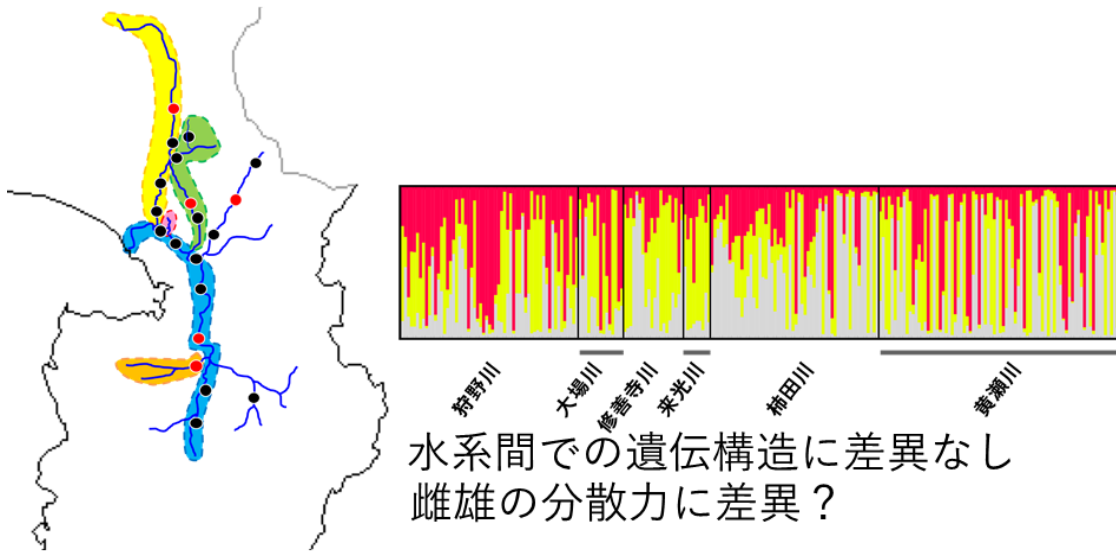
柿田川・狩野川周辺のハプロタイプ分布 mtDNA COI 608-bp



これは、柿田川、狩野川周辺のハプロタイプの遺伝子型の分布になります。これを見ていただくと、そこまでサンプリング地点ごとに大きく違いはないように見えるんですけども、柿田川については、ほかの地域と比較してかなり灰色の遺伝子型が多い結果になっています。

STRUCTUREによる遺伝構造解析

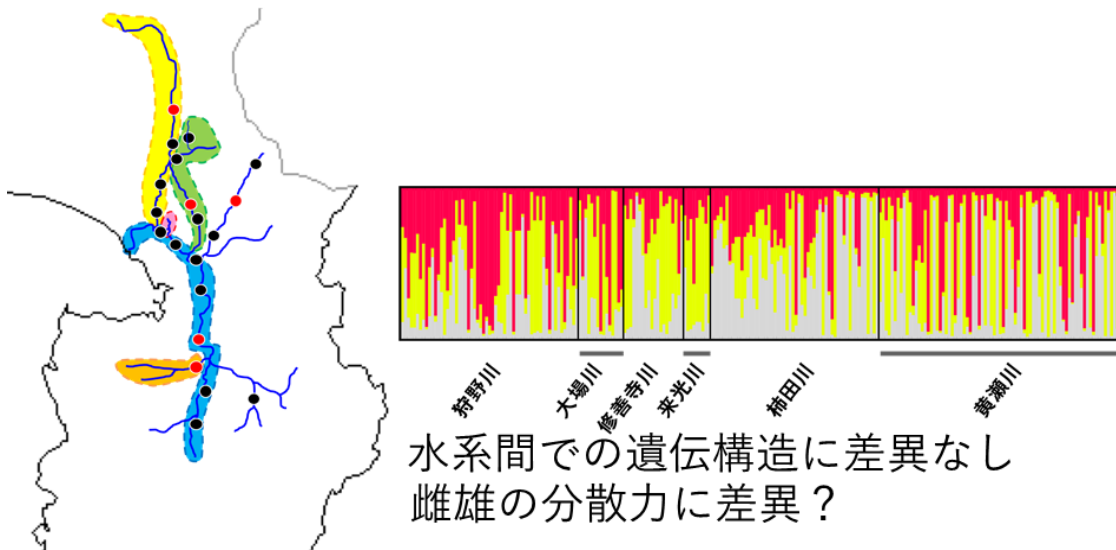
N=239 (本研究で新規開発したマイクロサテライト・マーカー11座位)



27

STRUCTUREによる遺伝構造解析

N=239 (本研究で新規開発したマイクロサテライト・マーカー11座位)



狩野川・柿田川流域における 水系を跨いだ移動分散を示唆

28

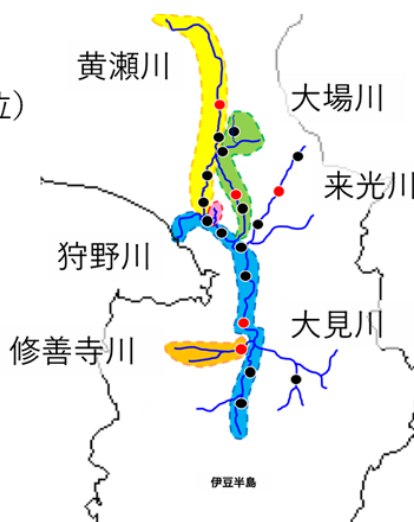
また、ヒゲナガカワトビケラでもマイクロサテライト・マーカーによって移動分散を検討しました。ただ、これは遺伝構造を見ると、水系間の遺伝構造には違いがありませんでした。先ほど、柿田川だけ

はちょっと特殊な結果が得られていたのは、ミトコンドリアの母系遺伝、母方の移動分散のみを見るようなマーカーで、このマイクロサテライト解析では、父系・母系両方の祖先の移動分散を合せて反映させたような結果が出てくるものです。そのため、オスの分散がかなり起きていると、こういうように遺伝子がかなりまざっているような結果になると考えています。この結果を見る限り、狩野川、柿田川流域において水系内の本流や支流を互いに跨ぐような移動分散がそれなりに生じてきたことを示唆するような結果と考えています。

Migrate-nによる解析

N=239 (マイクロサテライト・マーカー11座位)

大場川から他河川への分散が多い
 柿田川から大場川への分散も多い



		分散元					
		狩野川	修繕時川	柿田川	黄瀬川	大場川	来光川
分散先	狩野川	-	18.795	0.552	13.876	6.890	10.099
	修繕時川	26.089	-	0.620	0.888	22.503	4.041
	柿田川	0.881	3.352	-	9.519	65.622	13.440
	黄瀬川	10.381	0.686	16.066	-	17.496	8.297
	大場川	1.702	25.631	67.399	41.768	-	21.263
	来光川	19.794	3.808	17.456	12.437	24.324	-

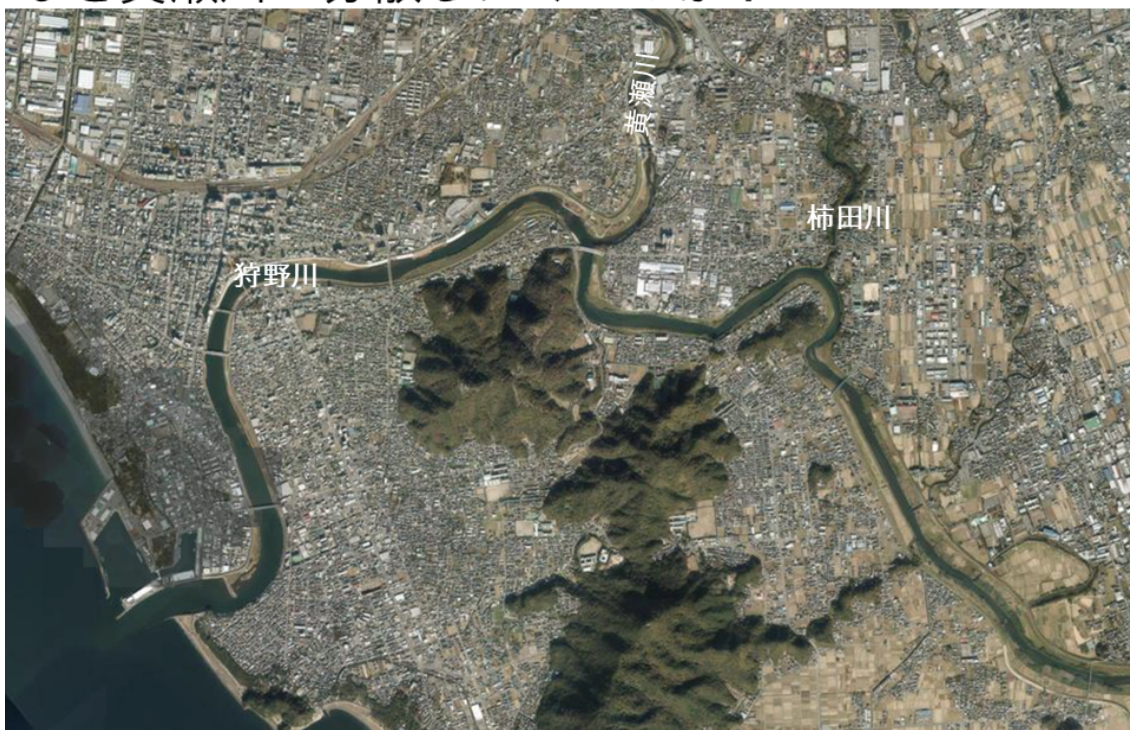
29

まず Migrate-n による解析から水系内の移動分散の方向性や強度を検討してみます。この解析は比較的長期のスケールでの移動分散を解析してくれるソフトで、大場川からほかの河川への分散が多かったり、柿田川から大場川への分散もかなり多いような結果です。

なぜ黄瀬川へ分散しにくいのか？

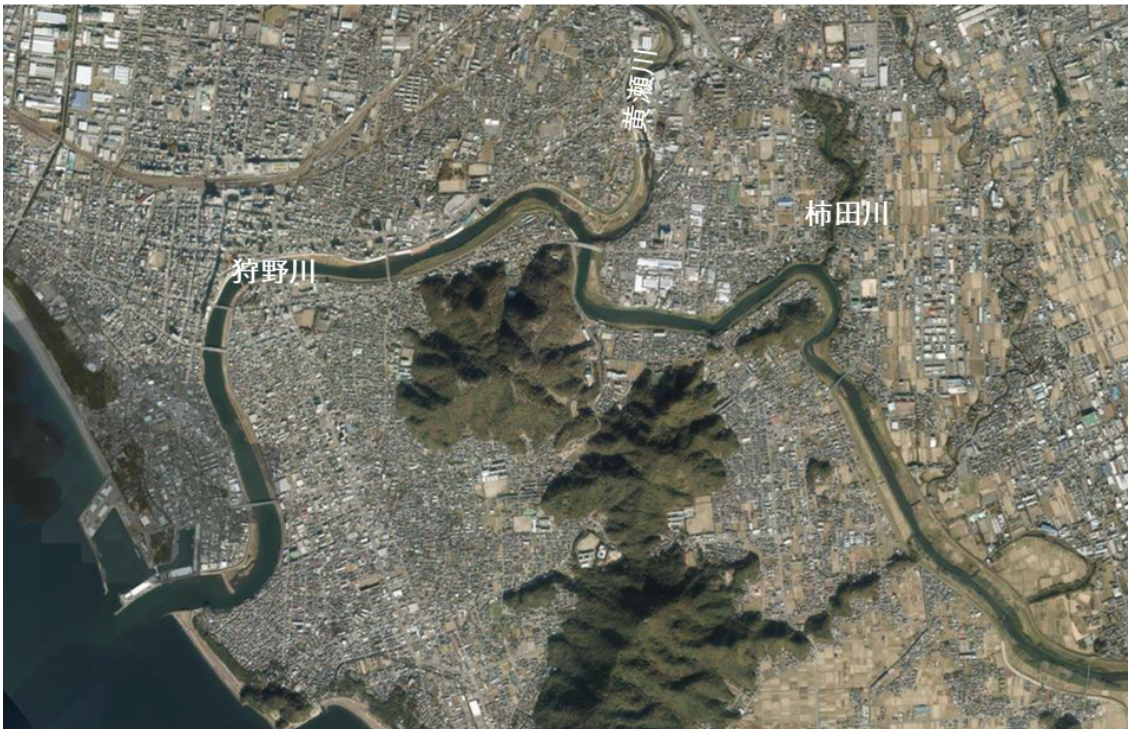
30

なぜ黄瀬川へ分散しにくいのか？



31

なぜ黄瀬川へ分散しにくいのか？



感潮域が広く，瀬のハビタットが不連続的 32

本来、移動分散を考えると、柿田川から大場川への分散がかなり多いのはわかるんですけども、黄瀬川と大場川に関しては、かなり近いはずなのに、なぜ分散がそこまで多くないのか疑問に思えてきます。黄瀬川がこちらで、柿田川がここにあって、狩野川の本流がここに流れているような地理的配置ですが、狩野川の本流から柿田川の少し下流あたりまで、かなり感潮域が広く、瀬のハビタットがこのあたりは全然ありません。ヒゲナガカワトビケラの幼虫が生息できるようなハビタットがここには全然ないということで、黄瀬川と大場川は隣にあるんですけども、これらの河川を跨ぐような分散は難しくなっているのではないかと考えています。

BayesAssによる解析

N=239 (マイクロサテライト・マーカー11座位)

過去数世代の移動分散を推定

同一河川内の移動分散が最も多い
黄瀬川から他河川への分散も多い



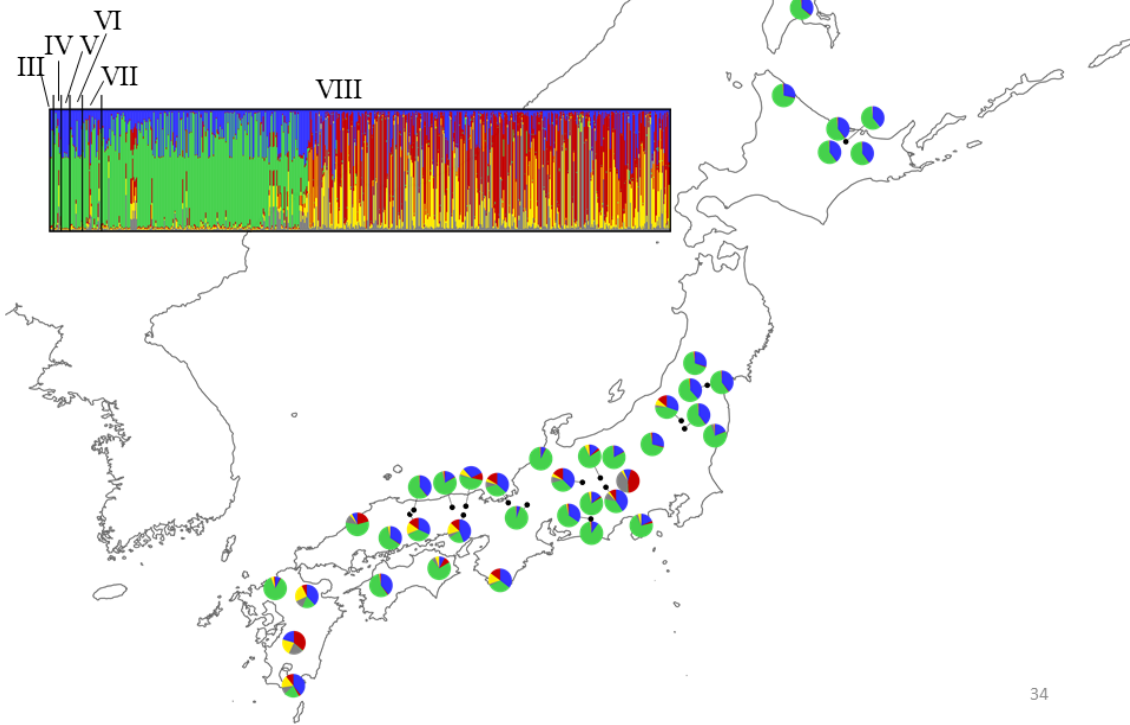
		分散元					
		狩野川	修善寺川	柿田川	黄瀬川	大場川	来光川
分散先	狩野川	0.700	0.008	0.008	0.269	0.007	0.008
	修善寺川	0.023	0.691	0.024	0.220	0.021	0.021
	柿田川	0.011	0.008	0.674	0.293	0.007	0.008
	黄瀬川	0.009	0.005	0.006	0.972	0.004	0.005
	大場川	0.021	0.018	0.019	0.221	0.688	0.033
	来光川	0.029	0.027	0.027	0.074	0.150	0.692

※それぞれの数字は移動分散の割合を示す

33

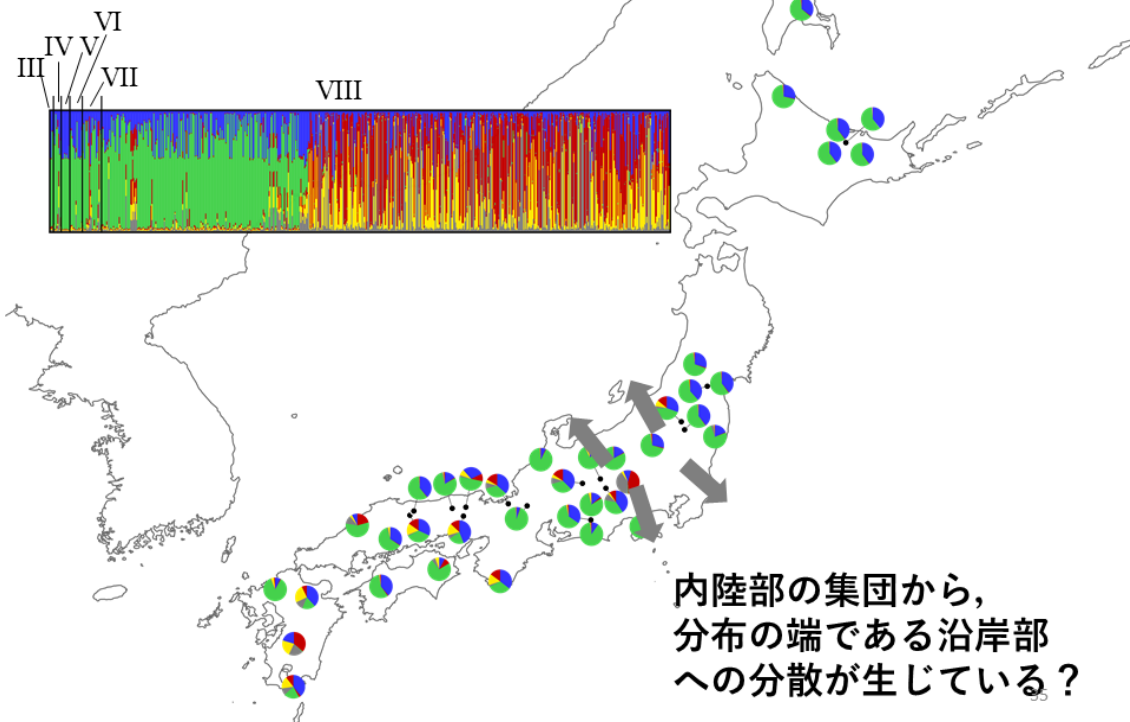
次に、BayesAss という別のソフトウェアで推定した分散の方向性と強度の関係を示します。このソフトウェアは過去数世代の移動分散を推計できるので、先ほどの結果よりかなり最近の移動分散の方向性と強度を推定することができます。少し特殊で、分散先、分散元としてありますけれども、例えば、狩野川の行と狩野川の列がぶつかる数値については、狩野川本流内での移動の割合を示しており、その割合が0.7、すなわち70%に相当します。また、狩野川には黄瀬川の要素が26%含まれているという見方をします。それを分散元と言っています。そうすると、当然、同一河川内の移動分散が最も多いんですけども、黄瀬川からほかの河川への分散はとても大きいものの、その逆（黄瀬側へ向かう分散）はかなり小さい値を示しています。狩野川本流を上流から流下してしまったような個体が、最下流域の支流である黄瀬川へと逃げ込むことは起こりそうですが、黄瀬川内で流されてしまう個体は、本流との合流地点よりも下流へと流されてしまうこととなるため、一旦、本流へと流下をしてしまうと、汽水域から遡上することはとても困難なのだろうと思います。

STRUCTUREの解析結果
N=644, 11座位



34

STRUCTUREの解析結果
N=644, 11座位

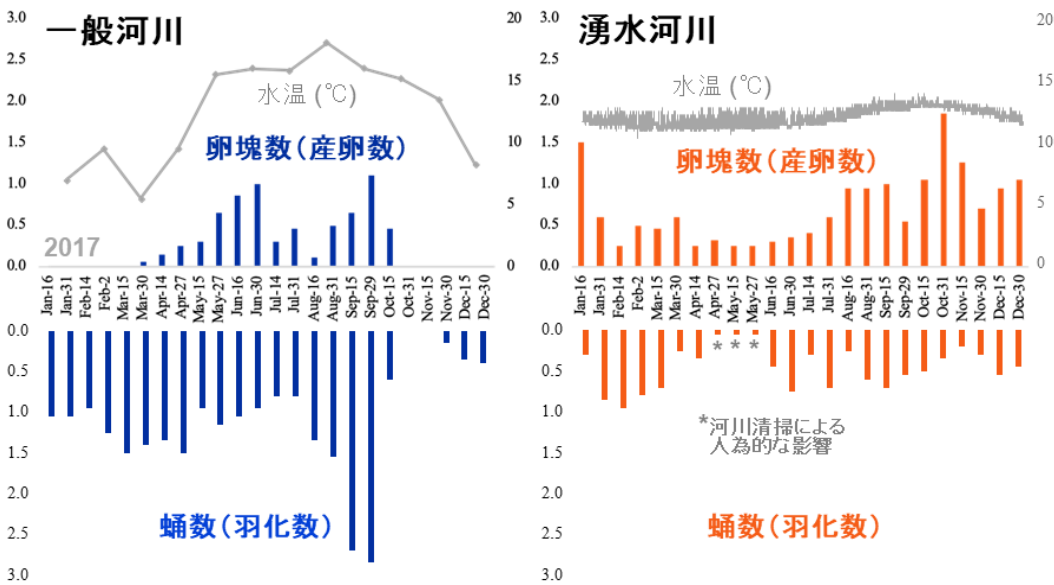


ここまでは狩野川水系内だけに焦点を当ててきましたが、ヒゲナガカワトビケラの全国の地域集団の遺伝構造にも触れておきたいと思います。全国的にも、地域ごとに遺伝的に細かく分かれるというより

は、かなり幅広い地域で移動分散が起きているのではないかと、遺伝的な交流が起きているのではないかと、ということで、同じような遺伝構造が見られています。そうすると、黄瀬川から移動分散がかなり起きているというよりは、内陸部のこのあたりにいるようなメーンの本州の集団から、分布の端にあるような沿岸部への分散が生じているというのが、ここ数世代のヒゲナガカワトビケラの移動分散の状況かと考えています。

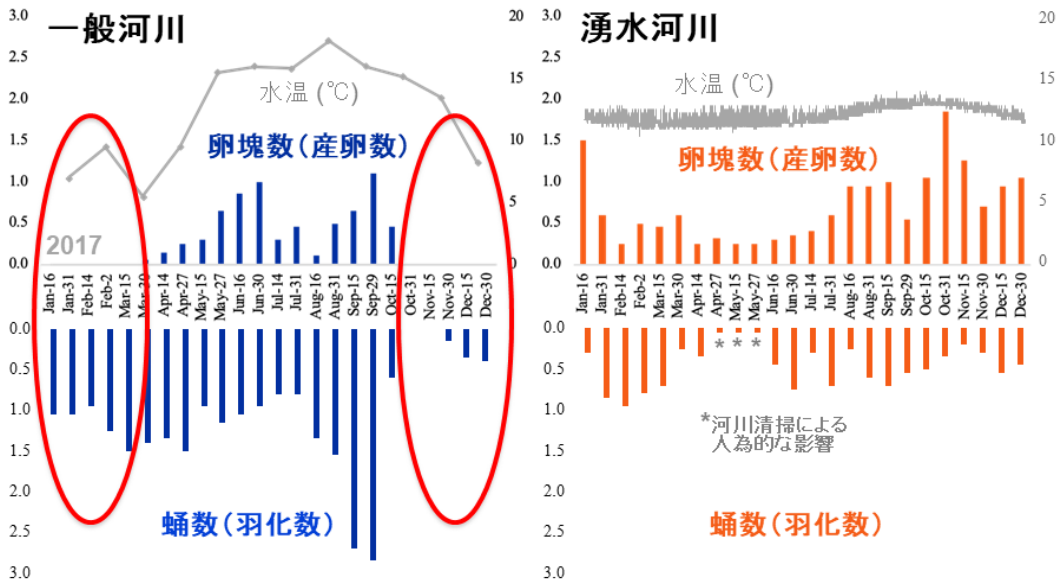
これまで示したミトコンドリア遺伝子や核のマイクロサテライト遺伝子の解析結果からは、狩野川水系内での遺伝子流動や全国的なスケールでの移動分散も示されたので、柿田川のような湧水河川も決して特殊な存在ではなく、水系内の他の支流と同様の機能をもつように感じられたかも知れません。しかし、地理的な観点ではなく、時間的な観点では、また異なる評価ができるかも知れません。今回のような大規模水害の際には、集団としての重要なリフュジア（避難地）あるいはリザーバー的な機能を担っているかも知れません。

ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* の季節消長 (Tojo et al., in prep.)



一部の種は、湧水において独特の季節消長を示す

ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* の季節消長 (Tojo et al., in prep.)



厳冬期には一般河川で産卵せず 湧水河川では産卵している

37

これは、長野県の湧水でヒゲナガカワトビケラの季節消長を調べたものです。

このグラフは右が100%湧水に依存している湧水河川（松本市・島内湧水）におけるヒゲナガカワトビケラの季節消長を示しており、左は隣接する一般河川（奈良井川）におけるデータです。グラフの下段は約2週間単位での羽化量(実際の計測は蛹量)を示しており、上段は産卵された卵塊数を示しています。

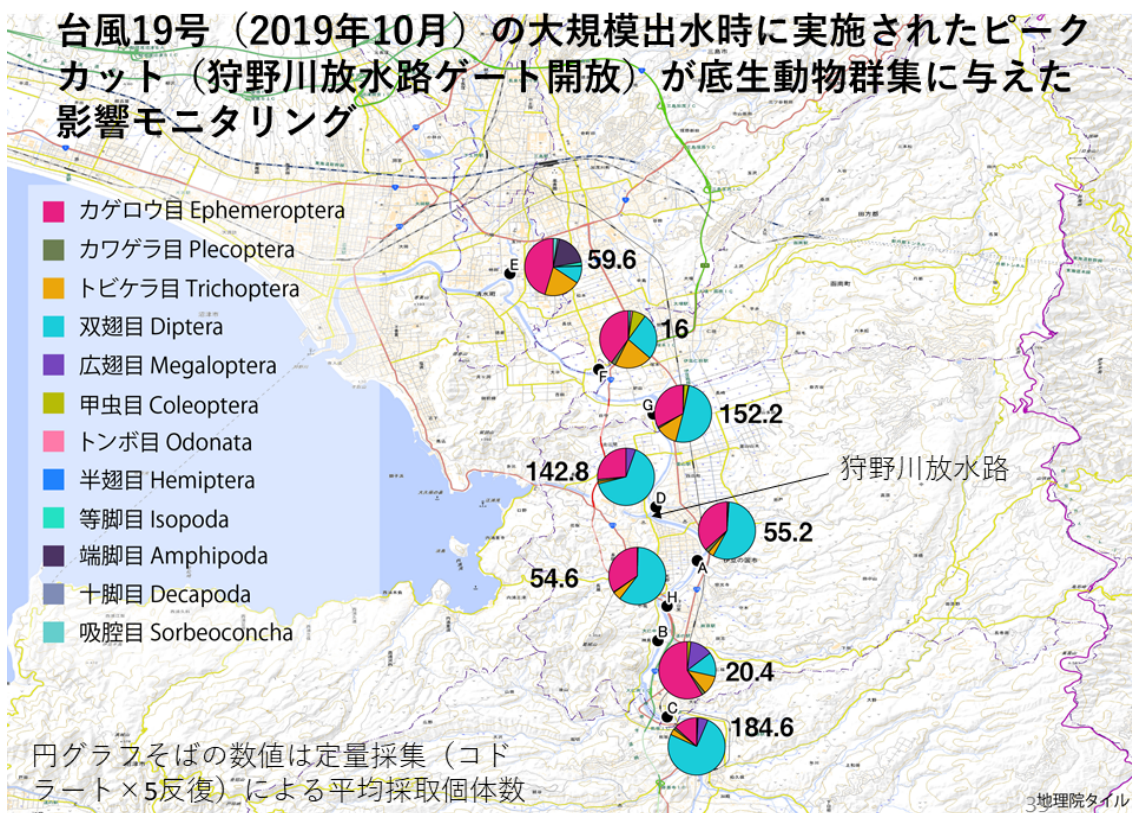
一般の河川では、厳冬季には成虫（蛹）も出ておらず、産卵も確認されていません。しかし、湧水河川では厳冬季も含めて年間を通して成虫が見られ、産卵もされていますので、通年に渡って繁殖が行われていると考えられます。実は、この調査を始めた当初は、水温が安定的な湧水では厳冬季にも成虫への羽化（河床での羽化）が生じているものの、水面からでて陸上へと上がると、低い気温に晒されるために、繁殖するまでには至らない、いわゆる「無効分散」的な成虫の出現だろうと考えていました。しかしながら、冷涼な松本においても繁殖ができていることから、柿田川においても年間を通した繁殖がなされていると考えられます。洪水の影響をほとんど受けることのない柿田川そのものがリーザーバー的な評価に値することに加えて、季節消長がずれ込むような個体の存在も重要なリーザーバー的機能を担っているのかも知れません。

ワンド・タマリにおける 群集構造・遺伝構造の比較

ヒゲナガカワトビケラ *Stenopsyche marmorata* における遺伝構造・遺伝子流動の検討

狩野川放水路、上流、下流における 群集構造の比較検討

38



最後に、今回の洪水時における狩野川放水路の開放による、より下流域の流量調整（ピークカット）に関する調査結果を紹介します。地図は放水路周辺のもので、こちらが狩野川の上流で、こちらが下流、

ここが河口部になります。ここが柿田川で、それぞれの円グラフはどのような種群の底生動物がどれだけとれたか割合を示しています。それぞれの調査地点において25×25cm四方のコドラートを用いた底生動物の定量サンプリングを5反復実施したときの群集構造を円グラフとして示しています。横の数値は、確認された平均タクサ数と分散になります。種同定に関してはまだ済んでいないので、目レベルでの検討になります。

これらのグラフを見ると、最上流の地点ではかなりの個体数が採取されています。この地点は、礫表面にはかなりの量の藻類が付着しており、あまり洪水の栄光を強く受けていないと判断されました（この地点よりも下流側で流量の大きな支流が合流するため）。一方、放水路の上流側の3地点は、かなり個体数も少なく、これから解析をする予定ですが、バイオマス（現存量）も低い傾向が見られました。一方、放水路よりも下流域では、ほぼ流量が半減したこともあり、直下の2地点と、最下流の柿田川との合流点付近では、比較的多くの個体数が採取されました（大型個体も多く、バイオマスも大きな印象）。残る1地点（下流から2番目の地点は）適当な瀬を見つけることが困難であった来光川との合流地点ですが、ここで採取された瀬に生息すると考えられるのは、来光川から流下した僅かな個体が採取されていたのかも知れません。

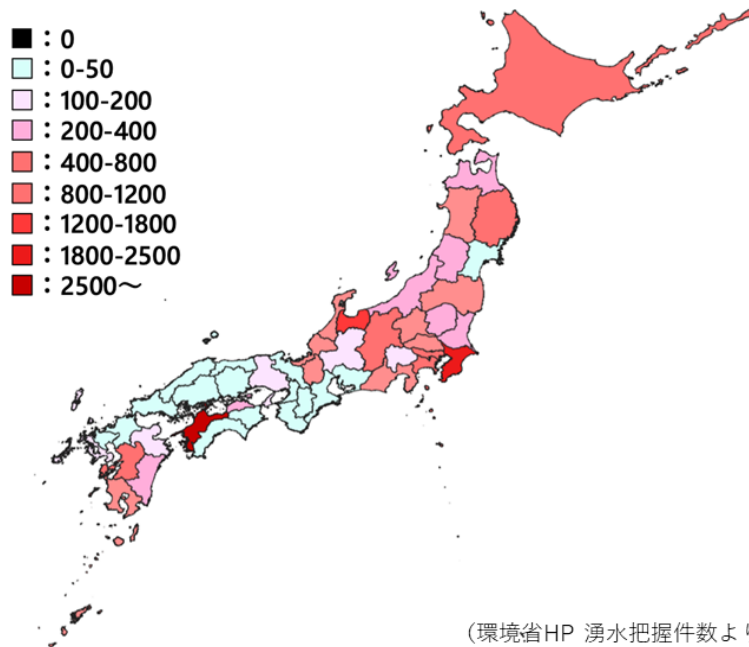


40

ここまでで考えると、災害のときであっても湧水河川はかなりダメージを抑えられ、かつ世代サイクルも通常の河川よりも多い。つまり、柿田川のような湧水河川は、狩野川水系内のリザーバー的な機能

を保持しているのかもしれませんが。今後は、分子マーカーを用いた解析データを蓄積させてゆくことで、様々な議論を展開できるものと考えています。

日本列島における湧水数と分布



日本列島には1万6千以上の湧水が存在

41

最後に、湧水で多様性が維持できるのではないかと、先ほどから自分は話しているんですけども、当然、柿田川はかなり大規模な湧水ではあるんですけども、さすがにそれだけでは生物多様性の維持は、日本全体で見るとそこまで貢献するのは難しいと思います。ただ、日本全体には湧水がかなり数多くありますので、柿田川のような大規模な湧水をモデルにして遺伝的多様度の変動などを検討していくことで、日本列島全体にも適用できるような結果が出てくるのではないかと考えています。

以上で発表を終わります。ありがとうございました。(拍手)

【加藤】 どうもありがとうございました。

ご質問、コメントがあればお願いします。

ちょっと聞き落としたんだろうと思うんですが、前半で、コオイムシを代表種にされた理由は何でしたっけ。

【谷野】 単純にコオイムシが一番とれたというところと、これまで分子マーカーの開発を数多くしていたり、全国での解析をしているということで、そこまでコオイムシを対象にしたサイエンティフィックな理由はないです。

【加藤】 生態的にどうかというのは、特にないですか。

【谷野】 特になくて、やりやすさで選んでいます。

【加藤】 では、竹門さん、どうぞ。

【竹門 康弘 会員（京都大学防災研究所 准教授）】 最後の群集組成の流程間比較というのは、このプロジェクトを評価する際に極めて重要になってくると思うんですけども、狩野川放水路の下流というのは何地点になるんですか。

【谷野】 この調査では、放水路の上流側と下流側に4調査地点を設定しましたが、最上流側の地点は洪水の影響がかなり低く、また最下流から2番目の地点はハビタットそのものが貧弱であるため、評価の対象からは外し、放水路の上流3地点、下流3地点の調査結果を比較しますと、放水路の上流-下流間で傾向がことなることが分かります。今後は、個体数ベースではなく、重量も含めたバイオマス評価的なことも可能であると考えられます。

【竹門】 それは柿田川ですね。

【谷野】 はい。

【竹門】 そうしたら、4対3の比較ができるという状況に、今、なっているわけですね。

【谷野】 はい。

【竹門】 放水路がどんなインパクトを及ぼすかという観点で、このデータはどのように見てとれますでしょうか。要するに、何か差があるかどうかということになるんですが。別になくてもいいんですが。

【谷野】 現状だと、ここの184というのはあまりインパクトは起きていないだろうということで例外的なものとして、ここの16というのも、無理やり調査をしているのは、瀬のハビタットがほとんどない中で何とか探して、頑張ってコドラート調査をしているということで、人間的になかなかやりづらかったという影響がちょっと出てしまっていると考えています。そうすると、ここの下流2地点、上流3地点で見ていくと、理学的には結構いいデータがとれているのではないかと考えています。

種数だけで見た場合は、ここは55、54、20、すみません、平均個体数が20個体、54個体、55個体ときて、狩野川放水路の下流になると急に142、152と増えているので、現状、個体数だけでしか見えていないんですけども、放水路の下流になると個体数がかなり維持できているというか、上流が減らされている中で下流はかなりの個体数があると考えています。特に、直上と直下で比較してもかなりの差があるので、ここから多様度とかも比較していこうと考えています。

【竹門】 なるほど。

あと、目でいったら、構成上あまり差がなかった場合でも、目内の構成種まで目を向けると違いがあるかもしれないですね。

【谷野】 構成種に関しては、まだ、ただの印象ですけども、放水路の下流でよりダメージを受けていないだろうと自分たちが考えたところに関しては、トビケラ目、特に造網性のトビケラ目がとれていると考えています。ヒゲナカなどは、洪水でごろごろ石が動くと、そのまま流れていってしまうと思

うので、ここで152個体とれていますし、ここでもヒゲナカが結構とれているので、上と比較して激しい石の動きはなかったのではないかと考えています。

【竹門】 ありがとうございます。

あと、これはあくまでも瀬の群集構造と考えていいんですか。

【谷野】 はい、そうです。

【竹門】 瀬以外ではとる予定はないのかどうかということと、もう一つ、これは本川で調べているんですが、放水路のほうの調査計画はないんですか。

【谷野】 放水路のほうは、そうですね……。

【竹門】 全然考えていない？

【谷野】 そこまでは考えていませんでした。

【加藤】 すぐ上がってしまうから、どうなんですかね。

【竹門】 いやいや、ゲートのすぐ下は。

【加藤】 ああ、たまっているところですか。

【竹門】 そうそう。ちょっとしか流れていませんが、それでも水たまりはありますよね。

【加藤】 あります、あります。

【竹門】 ですから、将来的に放水路の環境維持流量なんて考え始めた途端に、前は生息していたものが、こういうものしかいなかったのに、こうなったとかという事前データとしての役割は極めて重要だと思います。そういう意味でいったら、放水路が置かれて瀬がない状態になってしまいますので、それに対応するようなタマリ環境の生物も見るとおもしろいのかなと思いました。

【谷野】 そうですね。放水路をやるとすると、瀬だけではなくて、淵だとか、ワンド・タマリも。今回、ちょっと労力的な面から、そこまで地点を増やしていなかったり、支流にも手を出していなかったりというのはあるんですけども、とりあえず、と言うとまた変ですけども、予備調査的なイメージで自分がかかわっていました。

【加藤】 これは、日にちはいつですか。

【谷野】 日にちは、11月26・27日でしたっけ。

【加藤】 26・27日ということは、一月ちょっとですね。

【谷野】 先週の前の土日に行っています。

【加藤】 一月後ぐらい。

はい、どうぞ。

【東城 幸治 会員 (信州大学 教授)】 ちょっと補足しますと、今、河川改修もかなり事務所さんのほうでやられているので、あまり迷惑がかからないようにと思って一月後ぐらいをめどに行いました。先ほど谷野君も言ったように、放水路のゲートの直上と、上4地点と、下流3地点で、4地点目の一番

上は大きな支流が合流するよりも上だったの、あまり出水の影響を受けていないのかなという印象がありました。直上3地点は、もう礫がきれいに洗われてしまっていて、ほんとうに生物相が貧弱でした。

一方、放水路のゲートの下流側も、水位はかなり上がったはずなので、同じようにダメージを受けて、違いが出ないのではないかと思います。入ったんですけれども、2,000トンぐらい放水路のほうから流されているせいか、水位は上がっても掃流力というか、流量自体は落ちていると思いますので、その影響か、ヒゲナガカワトビケラとか、シマトビケラなども、思ったより意外にとれています。やはりサイズも違うので、これはコドラート分の平均値ですけれども、多分、バイオマスにしていくと、重さをはかっていくと、かなり、もっとクリアに出るかなという印象です。

一番下流のところは、実は大場川と合流した直下で、この前の視察のときに新しくつくられたワンドのところを見学しまして、その対岸なんですけれども、流れ、ある程度流速を一定にして、瀬があるところにコドラートを置いてという調査だったんですけれども、コドラートを置くこと自体が、どこに置いてわからないような状況と、もしかすると、大場川も出水したので、そこで礫が流されてきて、新たに礫がたまったところでやってしまったかなと。なので、一番上流の地点と大場川の合流のところは、ちょっと外して考えたほうがいいかなという印象があります。

柿田川は、個体数はそんな大きくないんですけれども、大きなモクズガニとか、ヒゲナガもかなり入っているの、バイオマスの的にはかなり大きいです。ですから、放水路の上流、下流でベントス層にかなり違いがあるということと、やはり洪水のときには柿田川のような湧水がリザーバー的に機能する可能性があるかなと考えています。

遺伝子流動の方向性と、こういったデータを合わせると、放水路の影響も議論できそうですし、湧水河川が水系内にあることの意義も、何とか議論もできるような状況かなと思っています。

【加藤】 とてもいいデータで、バイオマスを立てていただいたら、さらにリアリティーが増すかなと感じました。

どうぞ。

【谷田】 柿田川のヒゲナガの季節性のやつ。

【谷野】 すみません、松本の島内地域の湧水です。

【谷田】 違うところなんだね。

【谷野】 はい。

【谷田】 これで言うと、調べたらサナギの？

【谷野】 それぞれ現地の近くの川と湧水河川で、卵塊と羽化直前の蛹の数を、毎月、礫を持ち上げて、どのぐらいの卵塊がついているか、蛹がついているかを1カ月ごとに見ていきました。

【東城】 2週間おきじゃない？

【谷野】 2週間おきですか。

【東城】 2週間おきで、実はこれ、前にマレーズをやっていて、真冬でも成虫がとれているんです。湧水は水温が温かいから真冬でも成虫が出てくるけれども、松本の真冬、1月、2月の気温氷点下のときに出てきた成虫は、多分、繁殖できないだろうとよく質問されていたので、実際に産卵しているのかどうかを見てみようというのがこの調査です。実際、マレーズでも真冬にとれますし、蛹もコンスタントに見られて、なおかつ礫をひっくり返すと、その礫に産卵、卵塊がついているので、間違いなく真冬も繁殖しています。松本の湧水で、成虫が年中出ていて、真冬でも繁殖しているので、おそらく柿田川でも同様に、年間を通してヒゲナガカワトビケラが繁殖しているものと思います。かつて、野崎さんが柿田川でもマレーズトラップを設置してサンプリングしたことがあります。野崎さんのデータからも厳冬季にヒゲナガカワトビケラの出現がそれなりの頻度で確認されていました。

湧水河川がリザーバー的機能をもつことを示す重要なデータであると考えています。【加藤】 では、どうもありがとうございました。

— 了 —