

沖縄県沿岸において海洋ゴミ（おもにプラスチック）に由来すると考えられる重金属類による生態系汚染

東京農工大学
渡邊 泉・大矢悠幾

海岸漂着物

- プラスチックごみ
 - ・ 浮力
 - ・ 持続性

⇒ 離れた土地に影響を及ぼす

国境を越える国際的な問題 (Turner, 2016)
- 有害物質を吸着
 - 汚染物質の輸送媒体として働く
 - ⇒ 海岸漂着物による汚染の可能性

海岸漂着物（プラスチック）と重金属（微量元素）

- プラスチックには重金属類が加えられてる
(安定剤, 顔料, 剥離剤, 活性剤, 抗微生物剤, 触媒および中間体等)
 - ・ 難燃剤
Sb, Al, Mg
 - ・ 着色剤
Cu, Zn, Al, Mg, Fe, Cr, Co, Cd, Pb
 - ・ 安定剤
Cd, Zn, Na, Mg, Ca, Ba, Pb, Sb, Sn
(山口, 2013)
- 重金属を吸着→重金属の輸送媒体としても働く

プラスチックの中の金属

アンチモン (Sb)

- ・ ポリエステルを製造する際の触媒。
- ・ ゴム、プラスチックの顔料。低毒性の三酸化Sbを利用。
黄色顔料のニッケルチタンイエローおよび
Ti-Cr-Sb系クロムチタンイエローに含まれている。
- ・ 繊維、プラスチック、紙を難燃性にする添加物の原料。
酸化Sbを用いる。

有機スズ (Sn) 化合物

エステルに可溶のため、高粘度ポリエステル化合物に対する均一触媒として有効。

参 考： プラスチックの添加剤 赤字：金属化合物使用

- ・ 安定剤
塩ビ用安定剤（安定化助剤）・一般合成樹脂安定剤（酸化防止剤・光安定剤）
- ・ 改質剤
造核剤・帯電防止剤・滑剤・難燃剤・可塑剤

合成樹脂添加剤

塩ビ用安定剤： ポリ塩化ビニルは、製造・加工時や使用時において熱や紫外線、酸素などにより塩化水素が脱離する分解反応が起き、長鎖ポリエチンが生成し着色が起きる。脱離した塩化水素や、副生成物の塩化Znは、さらに塩ビの分解を促進させる。

塩化水素の捕捉・中和や、副生金属塩化物の脱塩化水素作用のため、各種金属石鹼や有機Sn化合物などが用いられる。

金属石鹼（後述）

ステアリン酸Zn・ステアリン酸Ba・ステアリン酸Caが代表的。熱安定性や着色性、ブルームしやすさなど性質が異なるため、複数を混合して使用。

有機スズ化合物

有機Snメルカプタイトが代表的。耐候性が求められる場合には有機Snマレエート。これらに、**滑剤**としての性質を併せ持った有機Snカルボキシレートが併用。

鉛化合物

鉛白や三塩基性硫酸Pb、二塩基性亜リン酸Pb、ステアリン酸Pbなども塩化水素捕捉能を持つが、有毒であるためスズ系**安定剤**に切り替えられつつある。

過塩素酸金属塩

過塩素酸Baや過塩素酸Naが代表的。金属石鹼と併用し、**着色防止・熱安定性**を持たせる。作用機構は、アリル塩素の置換によるものとされている（未説明）。

プラスチックの中の金属2

塩ビ用安定剤： 金属石鹼*、有機Sn化合物、Pb化合物

安定化助剤： 過塩素酸金属塩（過塩素酸Ba、過塩素酸Na）

帯電防止剤： 金属酸化物（カチオン系）

滑剤： 金属石鹼系

主にステアリン酸金属塩（ステアリン酸Pb・ステアリン酸Znは外部滑性、ステアリン酸Ca・ステアリン酸Mgは内部滑性をもつ）

難燃剤： 無機系難燃剤

・ Sb化合物（ハロゲン化合物の難燃性を高める助剤）

三酸化Sb、五酸化Sb（繊維、紙へ塗布し、防炎性を与える）

・ 金属水酸化物（水酸化Al、水酸化Mgなど）

金属石鹼

長鎖脂肪酸と、ナトリウム・カリウム以外の金属塩の総称
(浴室用品にこびりつく石鹼かすもCa塩やMg塩等の金属石鹼)

用途:

滑性効果を活かし、合成樹脂・錠剤成型時の滑剤や離型剤、製紙・金属加工用潤滑剤、研磨布紙またゴム工業用打ち粉に用いられる。

また、金属塩でありながら油溶性である点を活かし、加硫促進剤、粉末冶金・鑄造用材、塗料の乾燥促進剤、ポリ塩化ビニル樹脂の塩化水素捕捉などを目的とした合成樹脂添加剤などの分野でも用いられる。

性質:

水に不溶。そのため洗浄力はない。反面、非極性有機溶剤への溶解性や樹脂との相溶性は比較的高い。

多くは融点100°C以上。しかし、脂肪酸の鎖長や、金属の種類によっては、常温でペースト状を示すものもある。

滑性を示すものが多い。

金属の種類により様々な色を呈す。工業的に用いられるものは白色が多い。

金属石鹼つづき

ステアリン酸、ラウリン酸、リシノール酸、オクチル酸などの脂肪酸と、リチウム、マグネシウム、カルシウム、バリウム、亜鉛などの金属が使われる。

(ステアリン酸・ラウリン酸の金属塩：常温で白色微粉末、
リシノール酸の金属塩：淡黄色の粉末、
オクチル酸亜鉛は無色：粘性のある液体)

ステアリン酸リチウム - $\text{Li}(\text{OCOC17H35})_2$ 融点210-220°C

ステアリン酸マグネシウム - $\text{Mg}(\text{OCOC17H35})_2$ 融点108-115°C

ステアリン酸カルシウム - $\text{Ca}(\text{OCOC17H35})_2$ 融点148-155°C

ステアリン酸バリウム - $\text{Ba}(\text{OCOC17H35})_2$ 融点225°C以上

ステアリン酸亜鉛 - $\text{Zn}(\text{OCOC17H35})_2$ 融点115-125°C

ラウリン酸カルシウム - $\text{Ca}(\text{OCOC11H23})_2$ 融点210-220°C

ラウリン酸バリウム - $\text{Ba}(\text{OCOC11H23})_2$ 融点230°C以上

ラウリン酸亜鉛 - $\text{Zn}(\text{OCOC11H23})_2$ 融点110-120°C

リシノール酸カルシウム - $\text{Ca}(\text{OCOC17H32}(\text{OH}))_2$ 融点210-220°C

リシノール酸バリウム - $\text{Ba}(\text{OCOC17H32}(\text{OH}))_2$ 融点117-123°C

リシノール酸亜鉛 - $\text{Zn}(\text{OCOC17H32}(\text{OH}))_2$ 融点94-102°C

オクチル酸亜鉛 - $\text{Zn}(\text{OCOC7H15})_2$ 資-58

山口先生の結果(一部) 漂着物から検出された重金属抄

元素	
Cr	大型丸ブイ（日本製）、棒型浮子（中国製）、容器類（不明）
Zn	大型丸ブイ（中）、棒型浮子（中・不明）、樽型浮子（中）
Al	棒型浮子（中）
Ni	棒型浮子（中・不明）、樽型浮子（不明）
Cu	棒型浮子（中）、樽型浮子（不明）
Cd	大型丸ブイ（日・不明）
As	大型丸ブイ（中）
Pb	棒型浮子（中・不明）
Mn	大型丸ブイ（中）、棒型浮子（中）、樽型浮子（不明）
Sn	棒型浮子（中）、樽型浮子（中）
Sb	大型丸ブイ（日中）、棒型浮子（中）、丸型浮子（中）
Ba	棒型浮子（中）、樽型浮子（中・不明）
Ti	大型丸ブイ（韓）、棒型浮子（中・不明）、容器類（中）

生物と重金属

生物名	生息地	食性
オカヤドカリ類	海岸沿い	雑食(魚介類の肉や植物等)
スナガニ類	砂浜	雑食(プランクトン, 生物遺骸, 小動物)
イソハマグリ	波打ち際	懸濁物食種

植物： クサトベラ、 モンパノキ、 アダン

環境無機試料：海岸の砂

座間味島内の生物試料採取地

ニタ（島の北西）プラスチックゴミの汚染地

ウハマ（島の東、南向き）対照地

西表島での生物試料採取地

野原崎西（島の中央より北、東向き）漂着ゴミの汚染地

南風見田の浜（島の南、南東向き）対照地候補

2019年9月に座間味島で採取された生物試料

生物名	学名	科	属	採取日	採取地点	個体数
アダン	<i>Pandanus lectoides</i>	オコノキ科	オコノキ属	2019/9/29	沖縄県座間味島	6
オサトベラ	<i>Scorvella leucoda</i>	オサトベラ科	オサトベラ属	2019/9/29	沖縄県座間味島	6
モンバノキ	<i>Heliotropium foeniculatum</i>	ムラサキ科	キダケムシツウ属	2019/9/29	沖縄県座間味島	6
イソハマグリ	<i>Atactodes striata</i>	ナドリソスオカイ科	Atactodes	2019/9/29	沖縄県座間味島	8
フノメガニ	<i>Ossipoda crenatisthalmus</i>	スナゴエ科	スナゴエ属	2019/9/29	沖縄県座間味島	10
オオナキオサヤダカリ	<i>Cremidula jurupinus</i>	オオヤダカリ科	オオヤダカリ属	2019/9/29	沖縄県座間味島	10

2019年10月に西表島で採取された生物試料

生物名	学名	科	属	採取日	採取地点	個体数
アダン	<i>Pandanus lectoides</i>	オコノキ科	オコノキ属	2019/10/21	沖縄県西表島	6
オサトベラ	<i>Scorvella leucoda</i>	オサトベラ科	オサトベラ属	2019/10/21	沖縄県西表島	6
モンバノキ	<i>Heliotropium foeniculatum</i>	ムラサキ科	キダケムシツウ属	2019/10/21	沖縄県西表島	6
イソハマグリ	<i>Atactodes striata</i>	ナドリソスオカイ科	イソハマグリ属	2019/10/21	沖縄県西表島	10
フノメガニ	<i>Ossipoda crenatisthalmus</i>	スナゴエ科	スナゴエ属	2019/10/21	沖縄県西表島	10
オオナキオサヤダカリ	<i>Cremidula jurupinus</i>	オオヤダカリ科	オオヤダカリ属	2019/10/21	沖縄県西表島	6

分析元素

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8	8	8	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	0
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	L	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	A															

L: La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu

A: Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr

ベース・メタル（5種）：Fe, Cu, Zn, Pb, Al（, Sn, Ag）

レア・メタル（主要7種：Ni, Co, V, Cr, Mn, Mo, W）

→計47種（希土類17種込み）Li, Be, B, Ti, Ga, Ge, Se, Rb, Sr, Zr, Nb, Pd, In, Sb, Te, Cs, Ba, Hf, Ta, Re, Pt, Tl, Bi（23種）+レア・アース（17種）

現在までの分析状況

- イソハマグリ終了 →結果を一部解析
- ツノメガニ一部（西表）終了
- 植物の葉終了 →結果の触りを解析

暫定：結果と考察

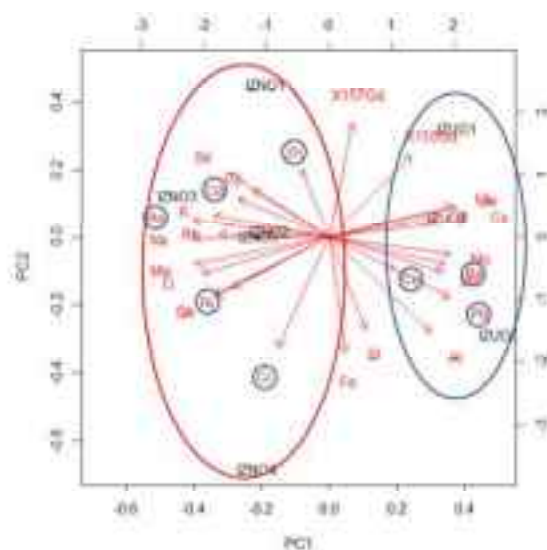
- イソハマグリでの地域比較（座間味・西表）
- 植物を用いたモニタリングの暫定結果（西表）

2019年9月：座間味島のニタ（汚染地）およびウハマ（対照地）で採取されたイソハマグリにおける内臓中微量元素濃度による主成分分析の結果

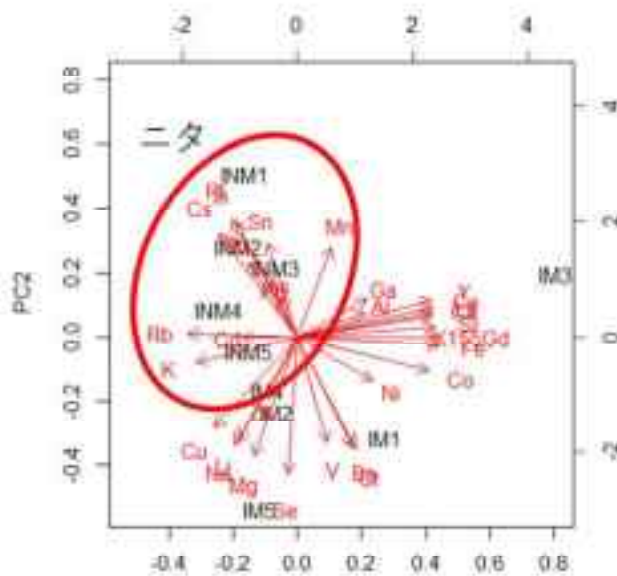
ニタ：As, Cd, Ni, CrおよびZnが特徴

ウハマ：Co, BaおよびPbが特徴

（2018年の結果と若干異なっているが、）
海流や季節風の影響で島の北西側で汚染



(去年) 2018年
イソハマグリ筋肉:ニタとウハマの比較



ニタのイソハマグリを特徴づける元素

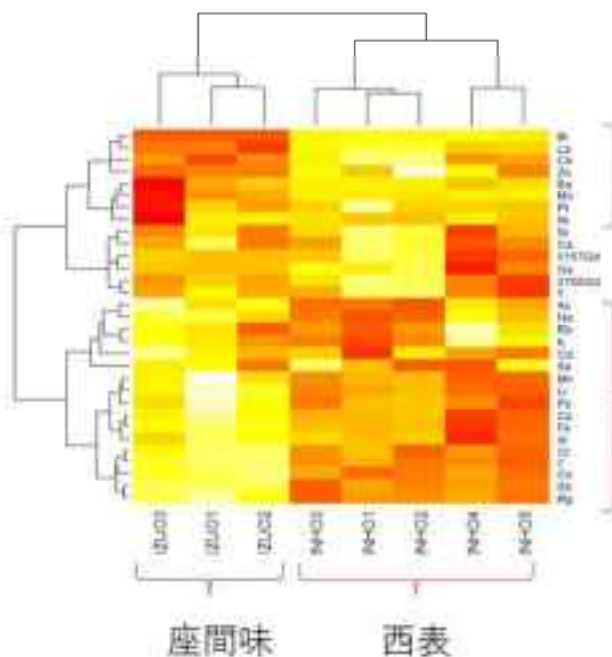
Pt, In, Cs, Sn, Sb, Pb, As, Mn, Rb, K, Cd

Pb, Cd: 毒性元素

Sn, Sb, Pb, Cd: プラスチックに含まれる

2019年秋季 (対照地の比較)

座間味島ウハマと西表島南風見田の浜のイソハマグリの内臓中微量元素濃度を用いた非汚染地同士での比較 (ヒートマップ分析)



ウハマ

Zn, BaおよびNiなどが高濃度

As, Cd, Pb, Cr, SbおよびMg

などの元素は南風見田で高濃度

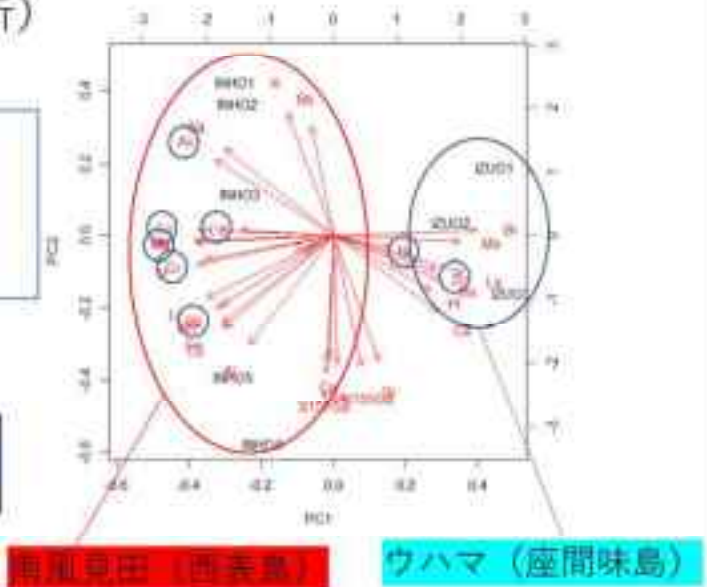
2019年秋季（非汚染地？）

座間味島ウハマと西表島南風見田の浜のイソハマグリの内臓中微量元素濃度を用いた比較（主成分分析）

- ・南風見田でAs, Co, Cd, Mg, Sb, CrおよびPbなどが高濃度.
- ・ウハマ（座間味）ではZnとNiのみが特徴



西表島における漂着ゴミ汚染は座間味島より深刻？



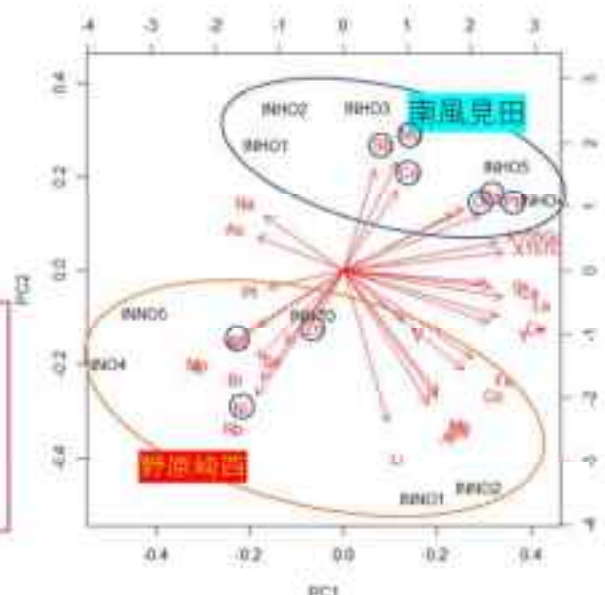
2019年10月（西表での比較）

：南風見田および野原崎西で採取されたイソハマグリにおける内臓中微量元素濃度による主成分分析の結果

海流や季節風の影響で多くの漂着ゴミが確認された野原崎西ではCdやNiが高濃度

非汚染地とした南風見田において、多くの漂着ゴミ由来と考えられる元素が高濃度 (Sb, Mg, Co, Ba, PbおよびCr)

⇒さらなる調査・検討が必要



2019年：

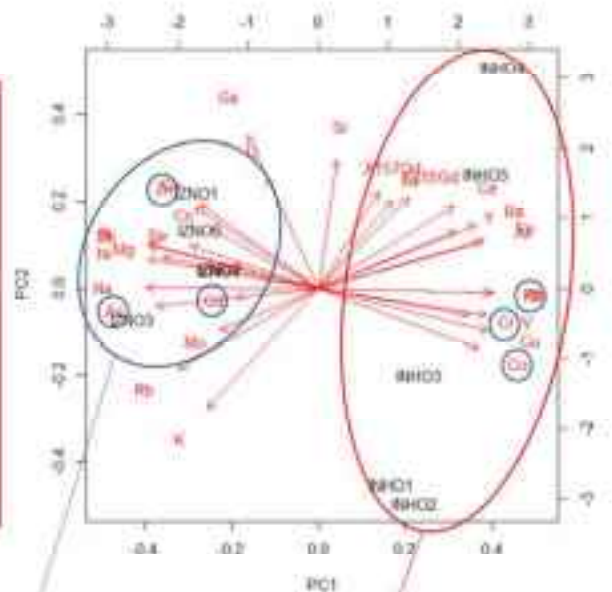
座間味島ニタ（汚染地）と西表島南風見田（対照地？）のイソハマグリの内臓中微量元素濃度を用いた比較

南風見田はCr, Co, BaおよびPbが特徴

⇒ $p < 0.01$ でBa, CoとPb,
 $p < 0.05$ でCrがニタより有意に高濃度
(Mann-WhitneyのU検定)

ニタではAs, ZnおよびCdが特徴

⇒ $p < 0.01$ でAs,
 $p < 0.05$ でZnは南風見田より有意に高濃度
(Mann-WhitneyのU検定)

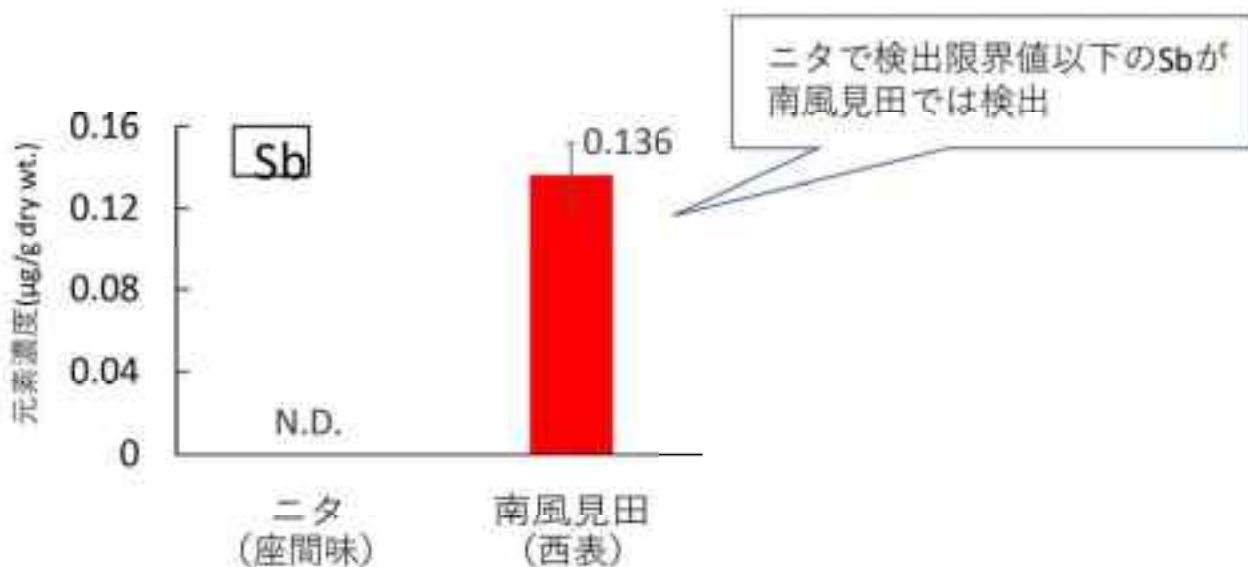


座間味島ニタ

西表島南風見田

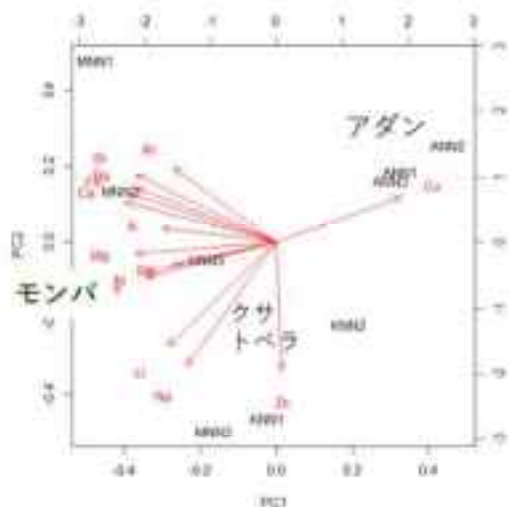
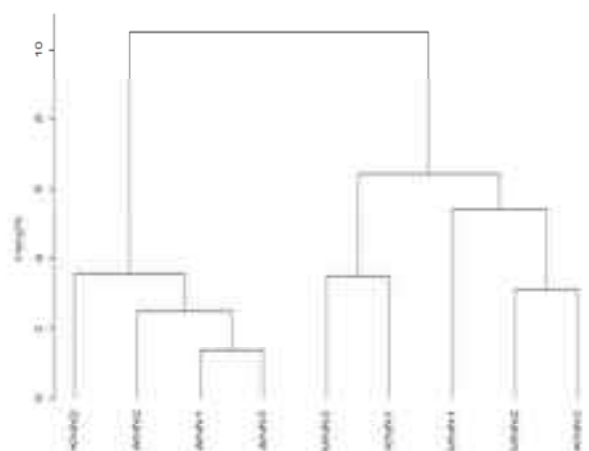
2019年秋季

座間味島ニタと西表島南風見田の浜のイソハマグリの内臓中微量元素濃度を用いたアンチモン濃度の比較



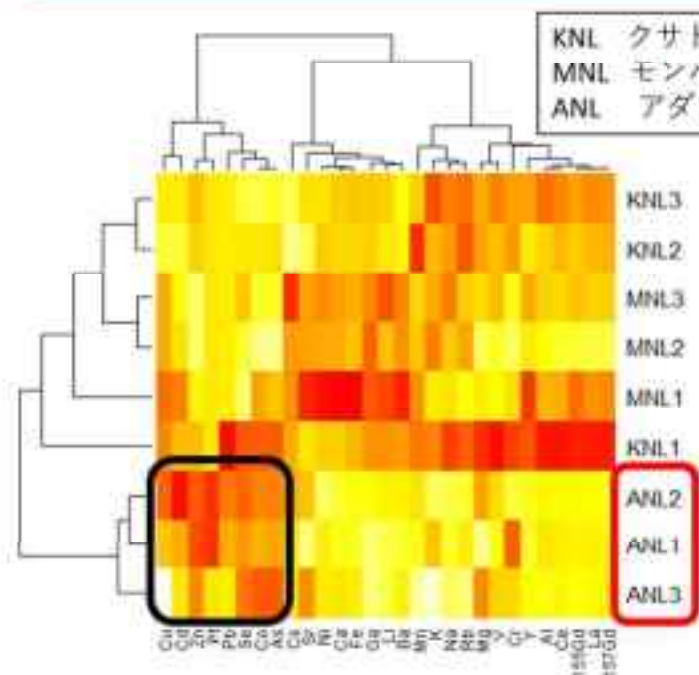
その他の元素も含め、南風見田（西表）における微量元素汚染を示唆？

2019年：西表島野原崎西における植物（葉）の微量元素濃度の統計分析結果



(ほとんどの元素は検出限界値以下)
 検出された多くの元素はクサトベラと、とくにモンバノキで特徴づけられた
 ⇨2018年に座間味島ニタで採取された植物の結果とは異なった

2018年：ニタ（座間味）の植物（葉）3種のヒートマップ分析



Cu, Cd, Zn, Pt, Pb, Se, CoおよびAs

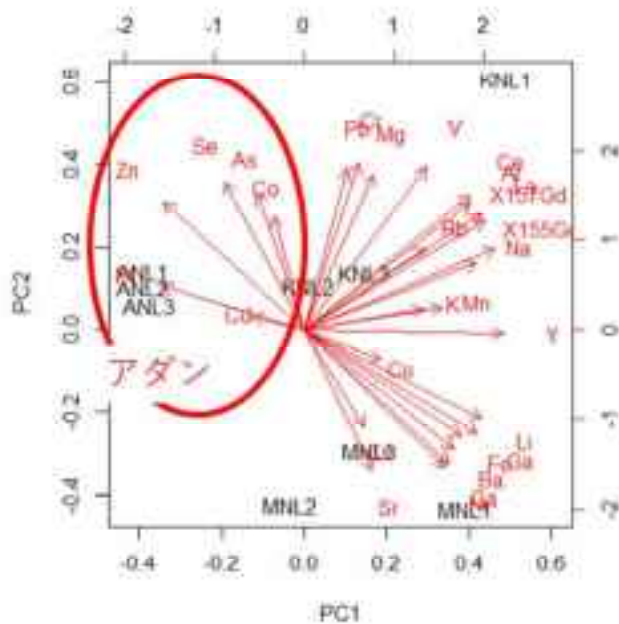


ニタのイソハマグリで高濃度だった元素
 同一クラスターを形成



アダンがプラスチック由来の元素を
 蓄積する可能性

2018年：ニタ（座間味）の植物（葉）3種の主成分分析結果



アダンを特徴づける元素

Pt, Cd, Zn, Se, AsおよびCo

Zn, CdおよびSe:

着色顔料に含まれる

Pt:

ニタのイソハマグリで高濃度



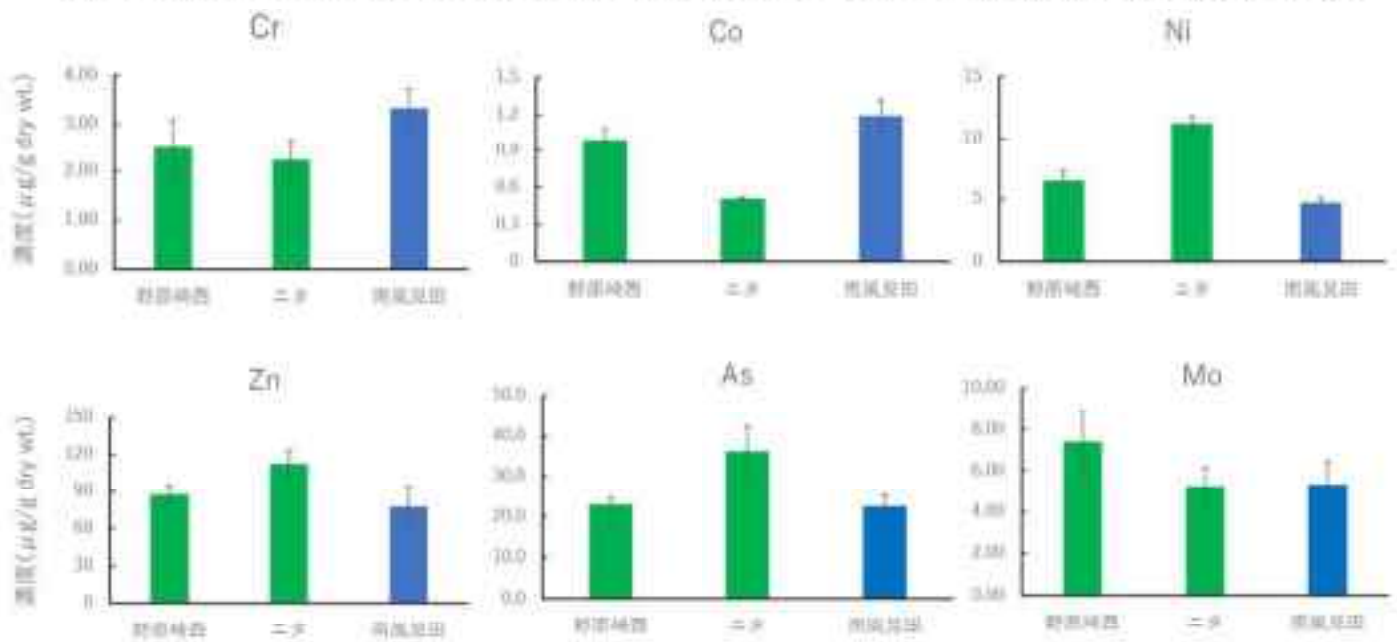
(座間味では) アダンに着目

今後の分析予定

- ・ 甲殻類
(スナガニ類：ツノメは一部済
オカヤドカリ類)
- ・ 海岸の砂

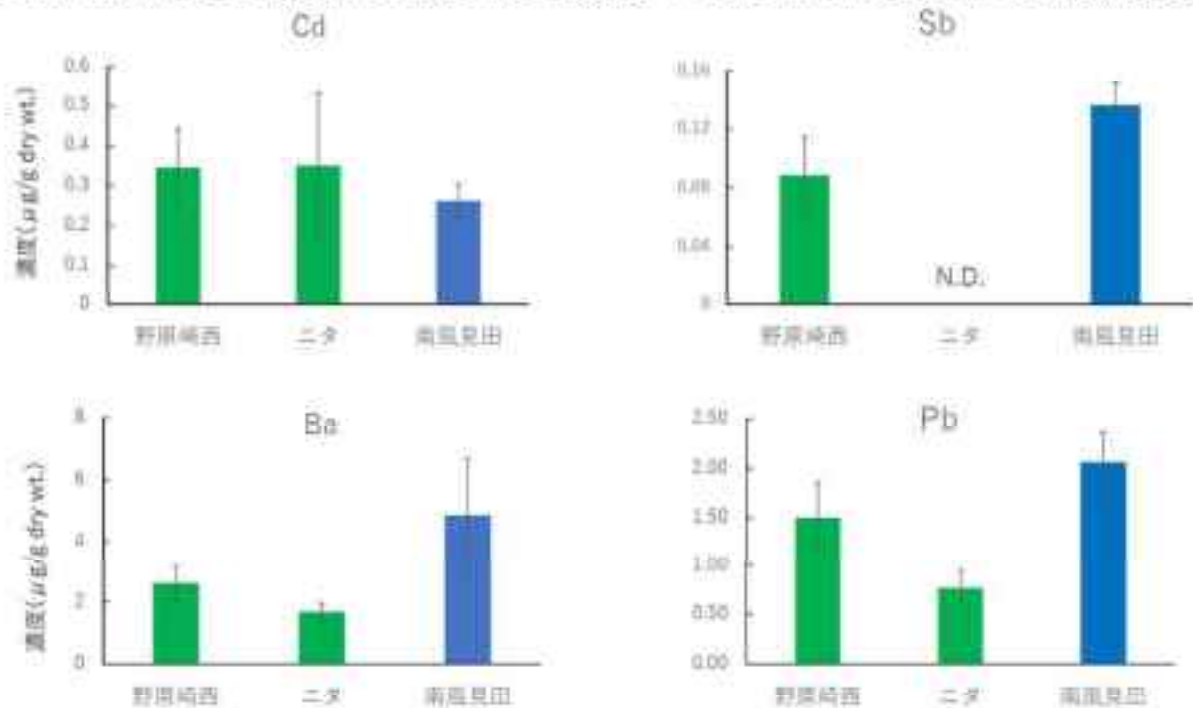
【イソハマグリの内臓中元素濃度比較の結果】

座間味島および西表島の汚染地と西表島非汚染地の南風見田の元素濃度比較1



【イソハマグリの内臓中元素濃度比較の結果】

座間味島および西表島の汚染地と西表島非汚染地の南風見田の元素濃度比較2



沖縄県沿岸において海洋ゴミ（おもにプラスチック）に由来すると考えられる重金属類による生態系汚染 （令和元年の第二報）

東京農工大学
渡邊 泉・大矢悠幾

沖縄県沿岸における漂着ゴミ



海岸漂着物

- プラスチックごみ

- ・ 浮力
 - ・ 持続性
- ⇒ 離れた土地に影響を及ぼす

国境を越える国際的な問題

(Turner, 2016)

- 有害物質を吸着

→ 汚染物質の輸送媒体として働く

➡ 海岸漂着物による汚染の可能性

海岸漂着物（プラスチック）と重金属（微量元素）

- プラスチックには重金属類が加えられてる

(安定剤, 顔料, 剥離剤, 活性剤, 抗微生物剤, 触媒および中間体等)

- ・ 難燃剤

Sb, Al, Mg

- ・ 着色剤

Cu, Zn, Al, Mg, Fe, Cr, Co, Cd, Pb

- ・ 安定剤

Cd, Zn, Na, Mg, Ca, Ba, Pb, Sb, Sn

(山口, 2013)

- 重金属を吸着 → 重金属の輸送媒体としても働く

山口先生の結果(一部) 漂着物から検出された重金属抄

元素	
Cr	大型丸ブイ (日本製)、棒型浮子 (中国製)、容器類 (不明)
Zn	大型丸ブイ (中)、棒型浮子 (中・不明)、樽型浮子 (中)
Al	棒型浮子 (中)
Ni	棒型浮子 (中・不明)、樽型浮子 (不明)
Cu	棒型浮子 (中)、樽型浮子 (不明)
Cd	大型丸ブイ (日・不明)
As	大型丸ブイ (中)
Pb	棒型浮子 (中・不明)
Mn	大型丸ブイ (中)、棒型浮子 (中)、樽型浮子 (不明)
Sn	棒型浮子 (中)、樽型浮子 (中)
Sb	大型丸ブイ (日中)、棒型浮子 (中)、丸型浮子 (中)
Ba	棒型浮子 (中)、樽型浮子 (中・不明)
Ti	大型丸ブイ (韓)、棒型浮子 (中・不明)、容器類 (中)

生物と重金属

生物名	生息地	食性
オカヤドカリ類	海岸沿い	雑食(魚介類の肉や植物等)
スナガニ類	砂浜	雑食(プランクトン, 生物遺骸, 小動物)
イソハマグリ	波打ち際	懸濁物食種



植物：クサトベラ、



モンパノキ、



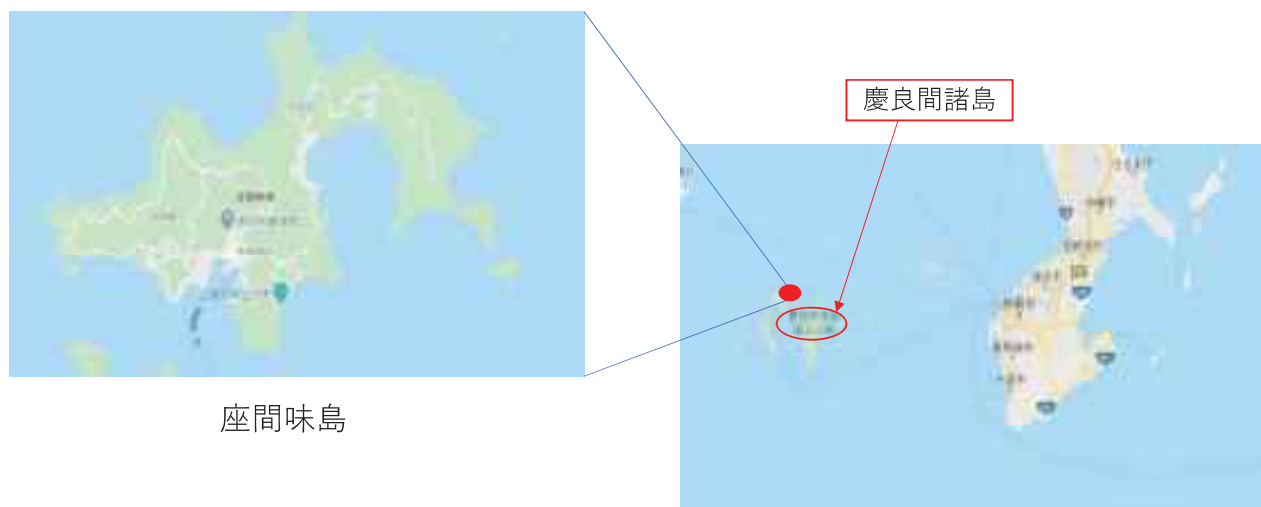
アダン



環境無機試料
：海岸の砂



沖縄県座間味島の位置



座間味島

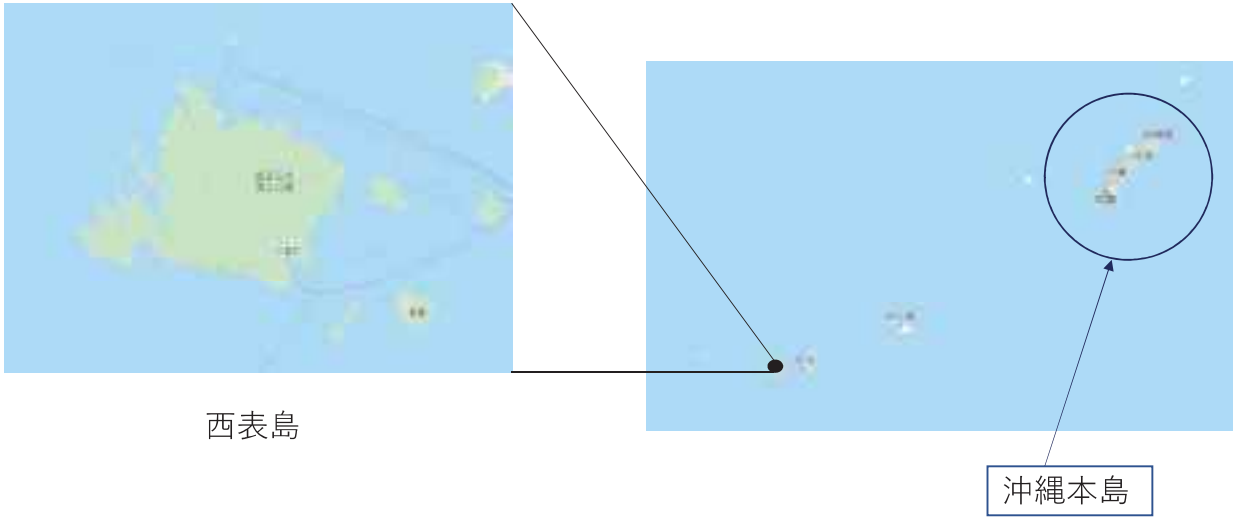
座間味島内の生物試料採取地



ニタ

ウハマ

沖縄県西表島の位置



西表島

沖縄本島

西表島での生物試料採取地



南風見田の浜

野原崎西

2019年9月に座間味島で採取された生物試料

生物名	学名	科	属	採取日	採取地点	個体数
アダン	<i>Pandanus tectorius</i>	タコノキ科	タコノキ属	2019/9/29	沖縄県座間味島	6
クサトベラ	<i>Scaevola taccada</i>	クサトベラ科	クサトベラ属	2019/9/29	沖縄県座間味島	6
モンバノキ	<i>Heliotropium foertherianum</i>	ムラサキ科	キダチルリソウ属	2019/9/29	沖縄県座間味島	6
イソハマグリ	<i>Atactodea striata</i>	チドリマスオガイ科	Atactodea	2019/9/29	沖縄県座間味島	8
ツノメガニ	<i>Ocypride ceratophthalmus</i>	スナガニ科	スナガニ属	2019/9/29	沖縄県座間味島	6
ムラサキオカヤドカリ	<i>Coenobita purpureus</i>	オカヤドカリ科	オカヤドカリ属	2019/9/29	沖縄県座間味島	8

2019年10月に西表島で採取された生物試料

生物名	学名	科	属	採取日	採取地点	個体数
アダン	<i>Pandanus tectorius</i>	タコノキ科	タコノキ属	2019/10/21	沖縄県西表島	6
クサトベラ	<i>Scaevola taccada</i>	クサトベラ科	クサトベラ属	2019/10/21	沖縄県西表島	6
モンバノキ	<i>Heliotropium foertherianum</i>	ムラサキ科	キダチルリソウ属	2019/10/21	沖縄県西表島	6
イソハマグリ	<i>Atactodea striata</i>	チドリマスオガイ科	イソハマグリ属	2019/10/21	沖縄県西表島	10
ツノメガニ	<i>Ocypride ceratophthalmus</i>	スナガニ科	スナガニ属	2019/10/21	沖縄県西表島	10
オオナキオカヤドカリ	<i>Coenobita brevipennis</i>	オカヤドカリ科	オカヤドカリ属	2019/10/21	沖縄県西表島	8

分析元素

	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8	8	8	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	0
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	L	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	A															

L:	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
A:	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

ベース・メタル（5種）：Fe, Cu, Zn, Pb, Al（, Sn, Ag）

レア・メタル（主要7種：Ni, Co, V, Cr, Mn, Mo, W）

→計47種（希土類17種込み）Li, Be, B, Ti, Ga, Ge, Se, Rb, Sr, Zr, Nb, Pd, In, Sb, Te, Cs, Ba, Hf, Ta, Re, Pt, Tl, Bi（23種）+レア・アース（17種）

前回までの成果

・イソハマグリでの地域比較（座間味・西表）

→ニタでAs, Cd, Ni, CrおよびZnが高濃度であったが、ウハマでもCo, Baなどが高濃度を示した

→南風見田と野原崎西で元素蓄積の傾向は異なっていたが、参考地と考えていた南風見田で多くの元素が高濃度になった

・植物を用いたモニタリングの暫定結果（西表）

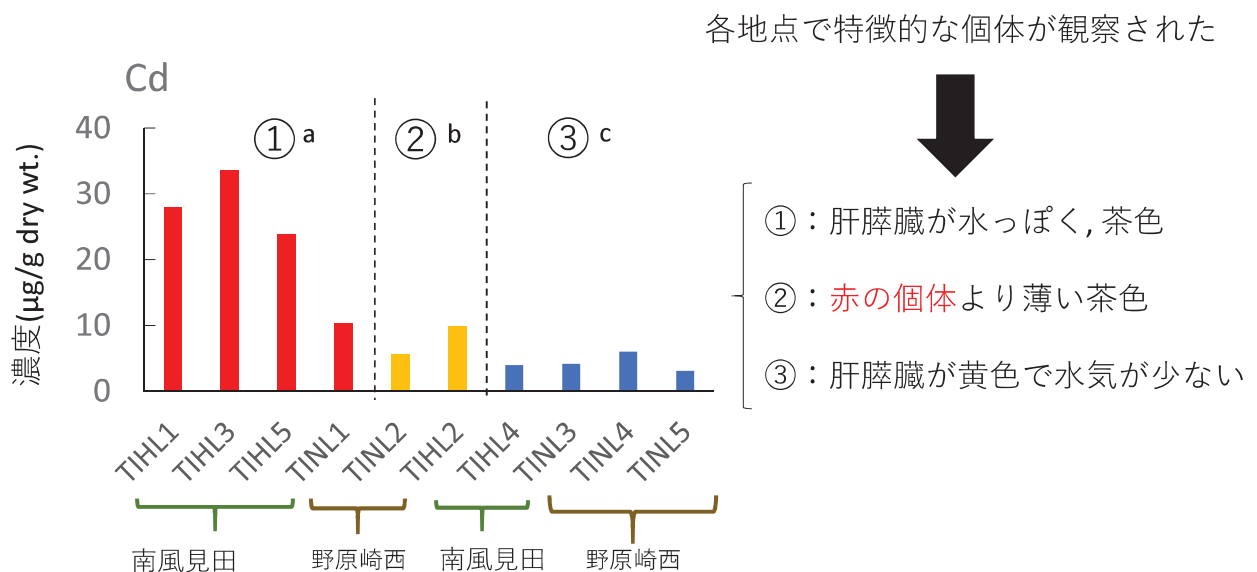
→検出された多くの元素はクサトベラと、とくにモンパノキで高濃度を示した

（⇒2018年に座間味島ニタで採取された植物の結果とは異なった）

今回の結果

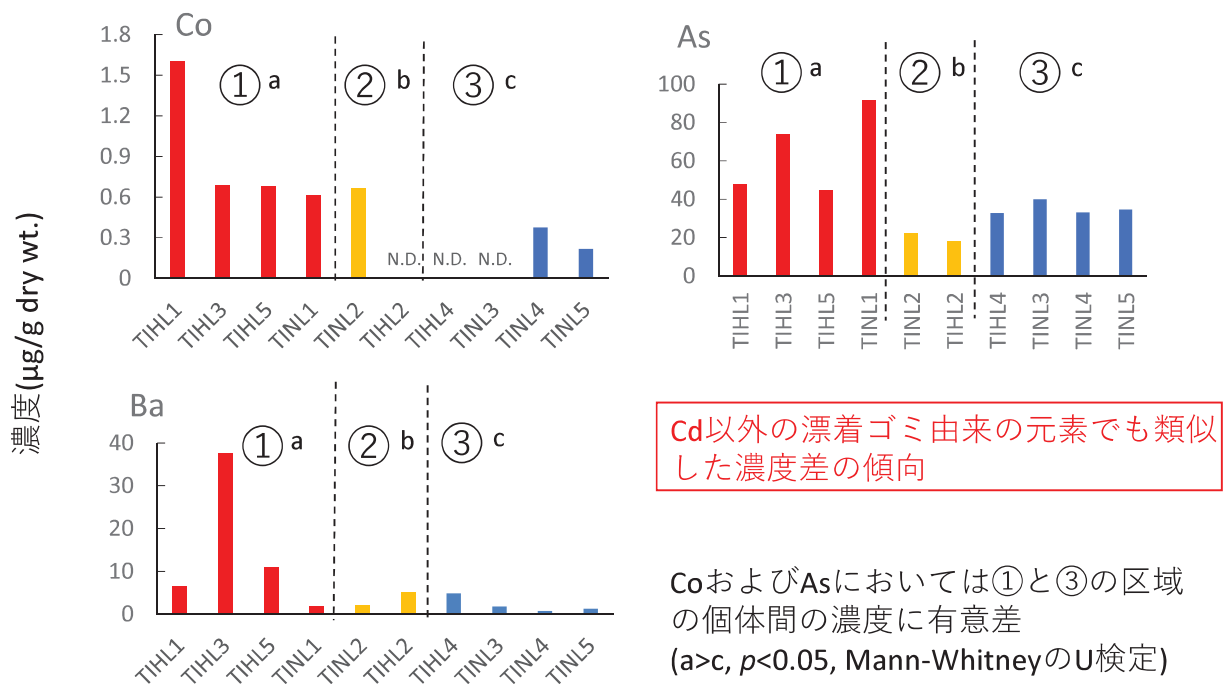
- スナガニ類の分析結果
- オカヤドカリ類の分析結果
- 座間味島の植物の分析結果

西表島：2019年に採取されたツノメガニの肝臓中Cd濃度

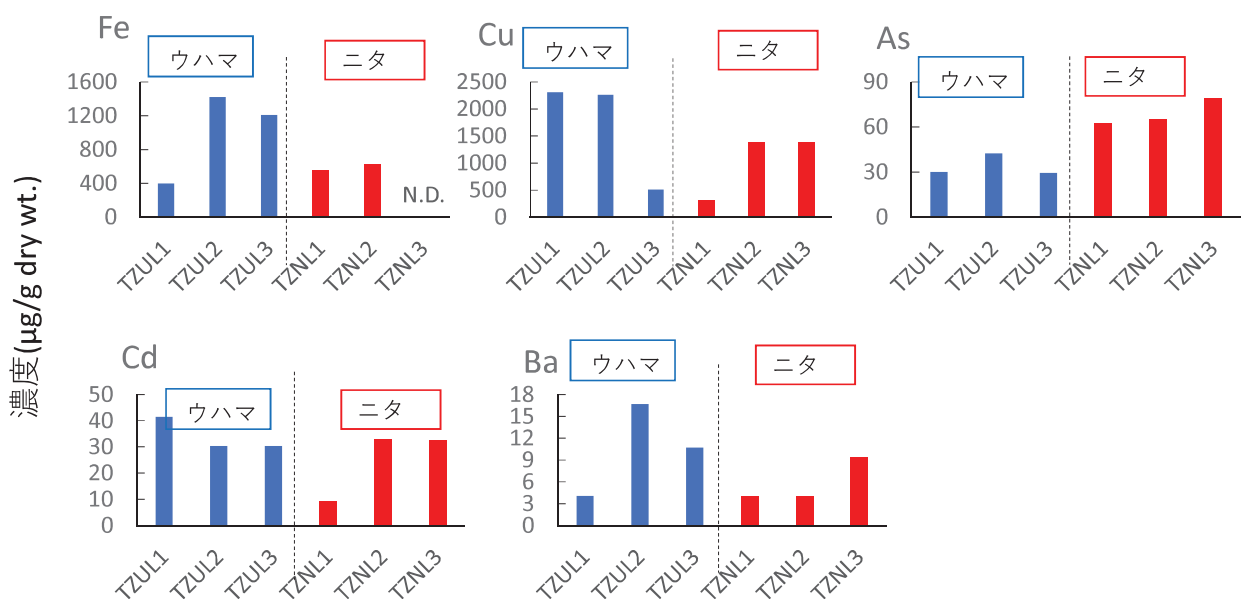


①と③の間には元素濃度で有意差
($a > c$, $p < 0.05$, Mann-WhitneyのU検定)

西表島：2019年に採取されたツノメガニの肝臓中重金属濃度②



座間味島：2019年9月にニタおよびウハマで採取されたツノメガニ肝臓における重金属濃度



座間味島においても汚染地、参考地の両方で、高濃度になる個体がみられた

一般的なカニの食餌習性と肝臓の状態の変化

以下のような生活史を繰り返すことで成長

1. 脱皮後：約5～20日間ほどは食餌を採らない¹⁾
 筋肉や甲羅は水っぽく柔らかい^{1,2)}
 肝臓は水っぽく、茶色などの暗褐色になる：①や②のカニ¹⁾
2. 脱皮回復後：脱皮後約20～27日後から積極的に食餌をとる^{1,2)}
 筋肉が甲羅内に詰まる²⁾
 肝臓は脂肪分を含み固体化し、黄色など明るい色：③のカニ¹⁾
3. 脱皮前：脱皮準備に入るあたりから食餌が減り、2週間程度前からは絶食する²⁾

本研究の結果

脱皮後のカニで高濃度になり、脱皮回復後のカニでは低濃度になりがち。

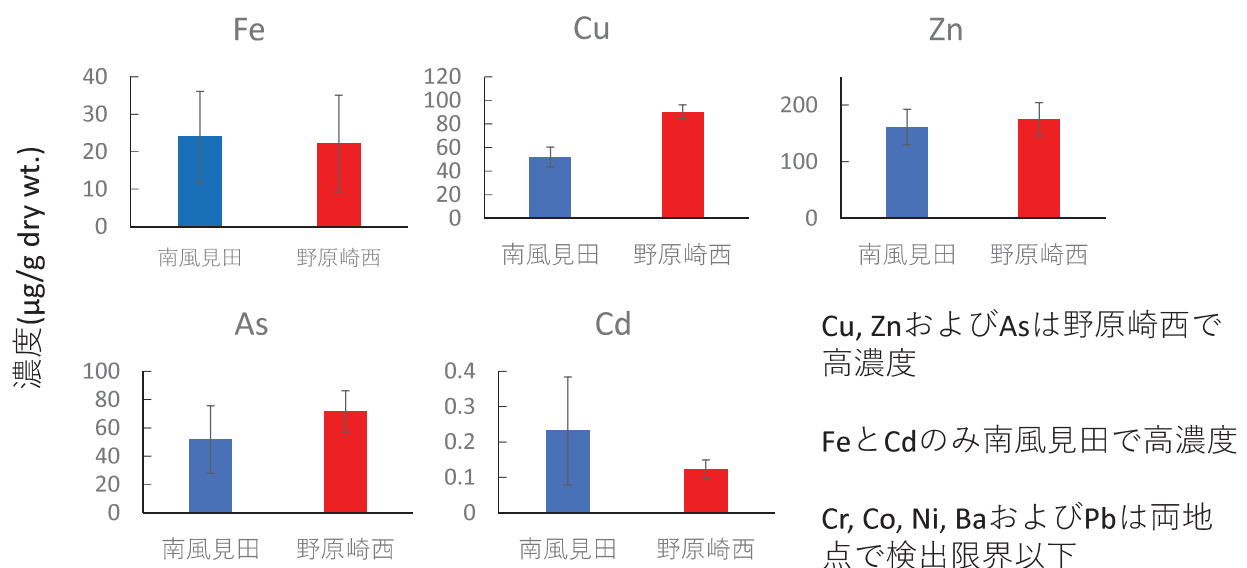
⇒排泄量の関与か？

また、高濃度蓄積が脱皮前後におけるカニの致死率に関与している可能性？

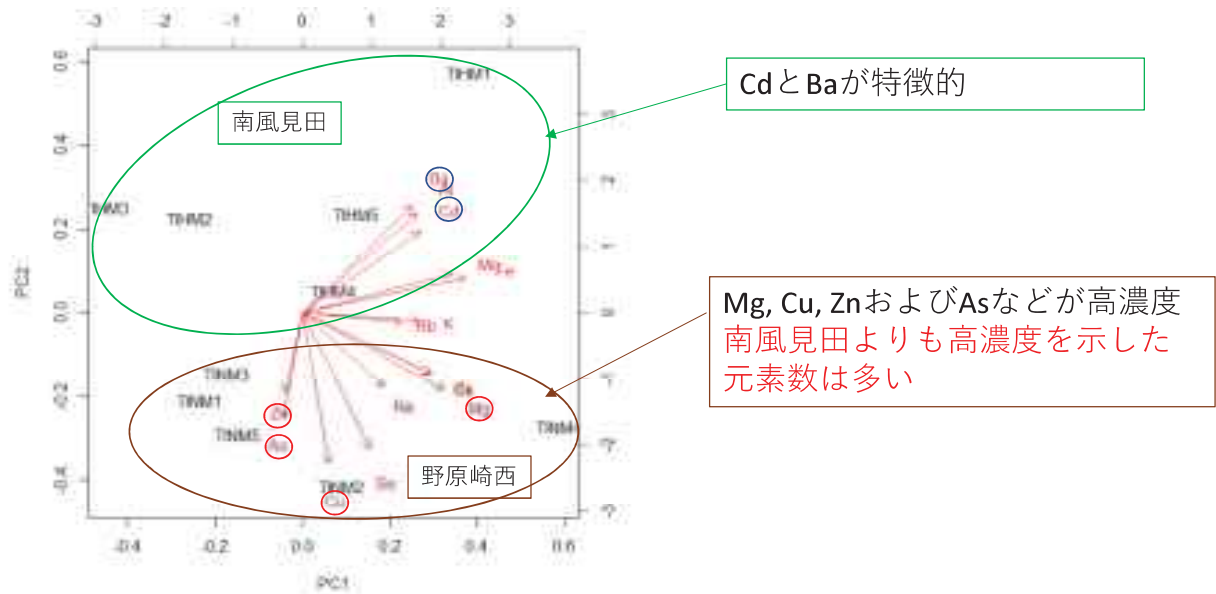
1) 原田ら, ズワイガニの硬ガニおよび水ガニの品質評価手法に関する検討

2) 三原, ケガニの甲羅の硬さについて～脱皮して堅ガニ(カタガニ)になるまで何日かかるか?～

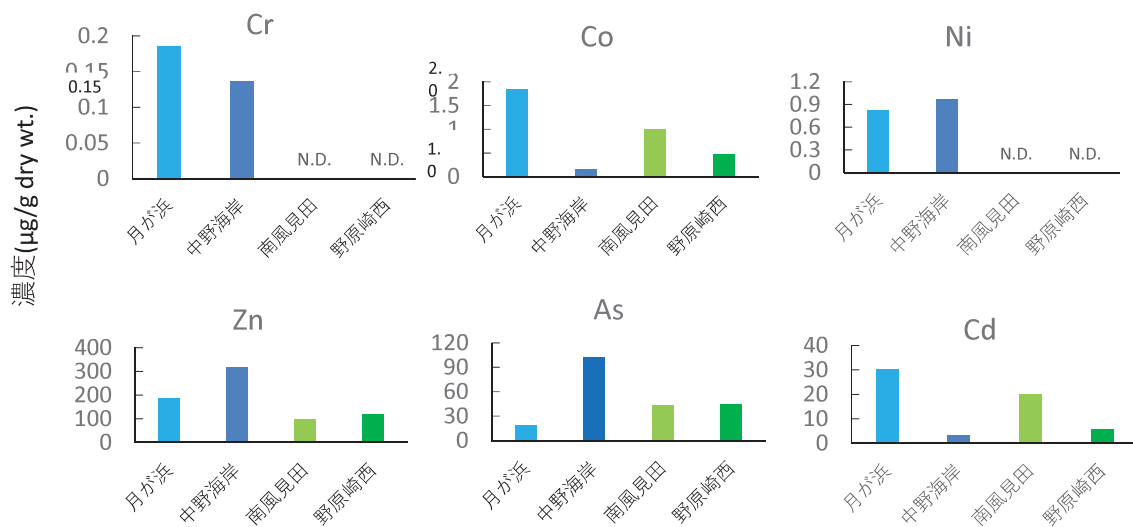
西表島：2019年10月に採取されたツノメガニの筋肉における漂着ゴミ由来元素濃度



西表島：2019年10月に2地点で採取されたツノメガニの筋肉中微量元素濃度による主成分分析

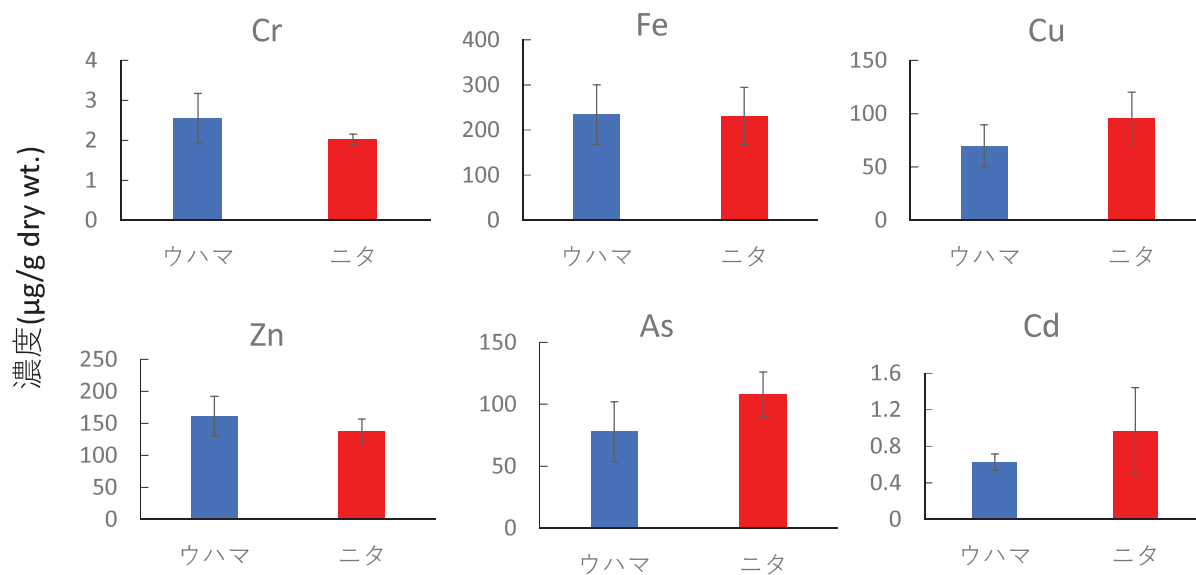


西表：先行研究(2016年採取)と今年度(2019年)採取のツノメガニの肝臓における元素濃度の比較



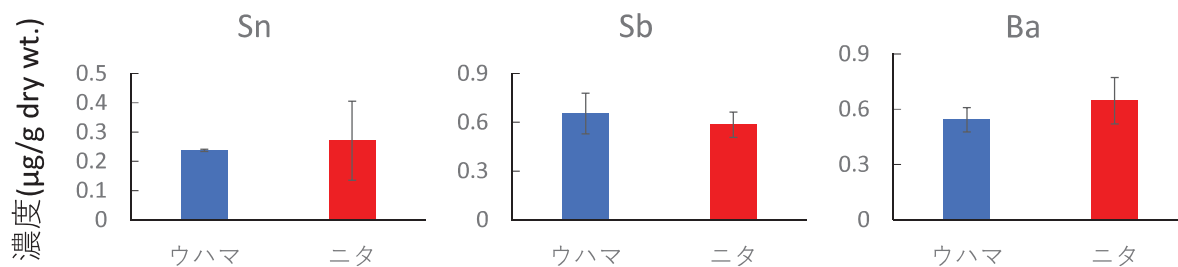
イソハマグリで高濃度を示した南風見田より、高い地点がみられた
 →西表島に関しては、より詳細な調査が求められる

座間味島：2019年9月に採取されたツノメガニの筋肉中の漂着ゴミ由来元素濃度①



ニタで高濃度を示す元素が多くみられた

座間味島：2019年9月に採取されたツノメガニの筋肉中の漂着ゴミ由来元素濃度②



ウハマ（比較地）とニタ（汚染地）で元素濃度に違いがみられる
 ⇒Cr, Fe, ZnおよびSbを除きニタで高濃度

西表島の個体と共通し、筋肉では肝臓と異なり突出して高濃度となる個体は少ない

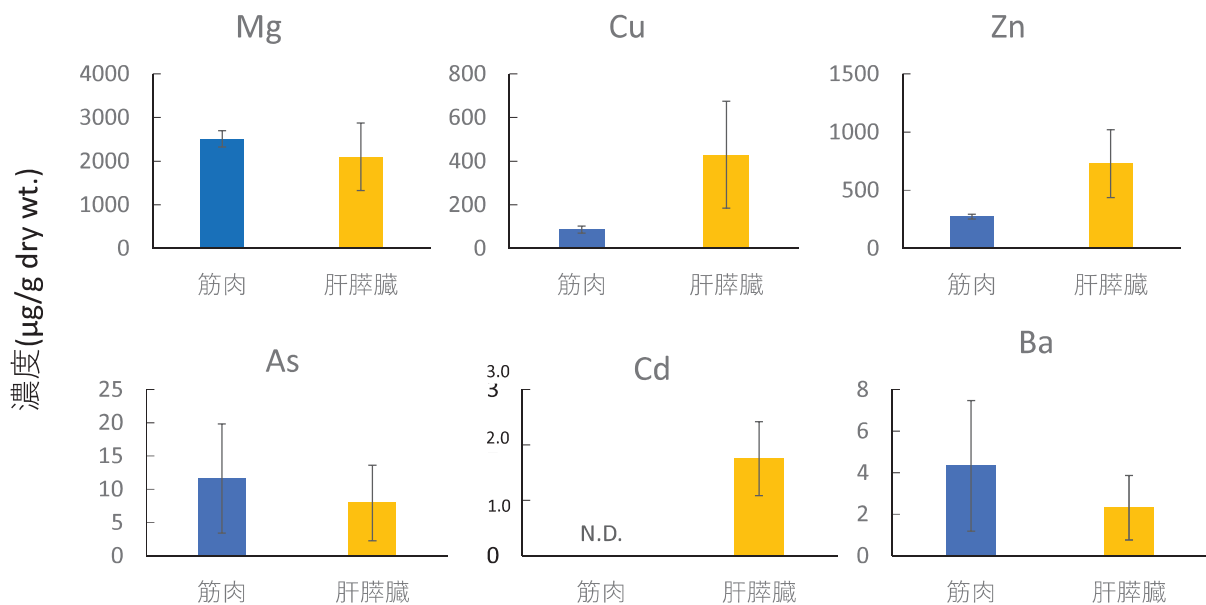
⇒地点間の評価などは肝臓よりも筋肉の方が差が出やすい

2018年10月(2020, 戸津)および2019年9月に座間味島ニタで採取されたツノメガニの筋肉中漂着ゴミ由来元素濃度の比較

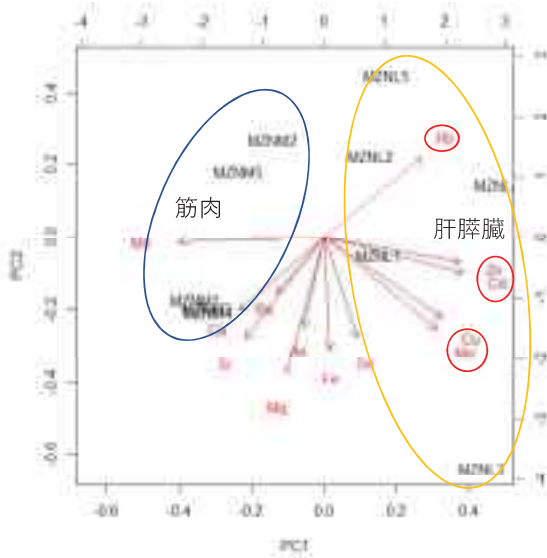


Fe, CoおよびPbを除き2019年に採取された個体が2018年の個体より高濃度 (SnおよびSbは2019年の個体から初めて検出) 汚染の進行が懸念される

座間味（組織分布）：2019年9月にニタで採取されたムラサキオカヤドカリの筋肉および肝臓中の漂着ゴミ由来元素濃度



- ・ カニと異なり, ヤドカリは突出して高濃度となる個体は少なく, **肝臓**での評価が可能
- ・ Crは筋肉で1個体のみから検出され, 内臓からは全個体で検出限界以下
- ・ Co, Sn, SbおよびPbは全個体のすべての組織から検出限界以下



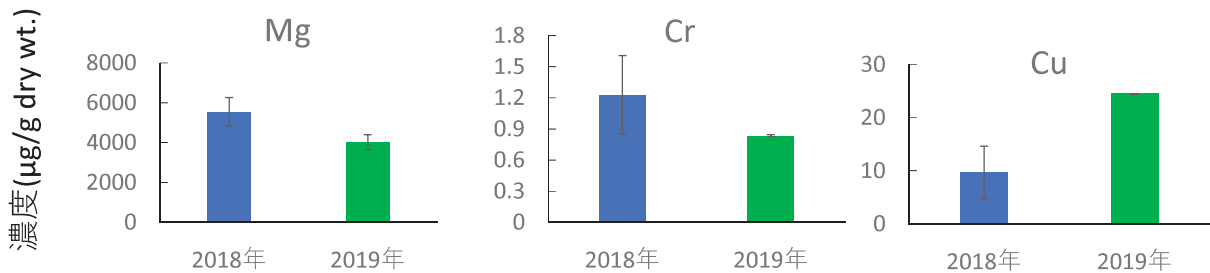
肝臓で漂着ゴミ由来の元素が多く、高濃度で検出された

(ムラサキオカヤドカリに関する考察)

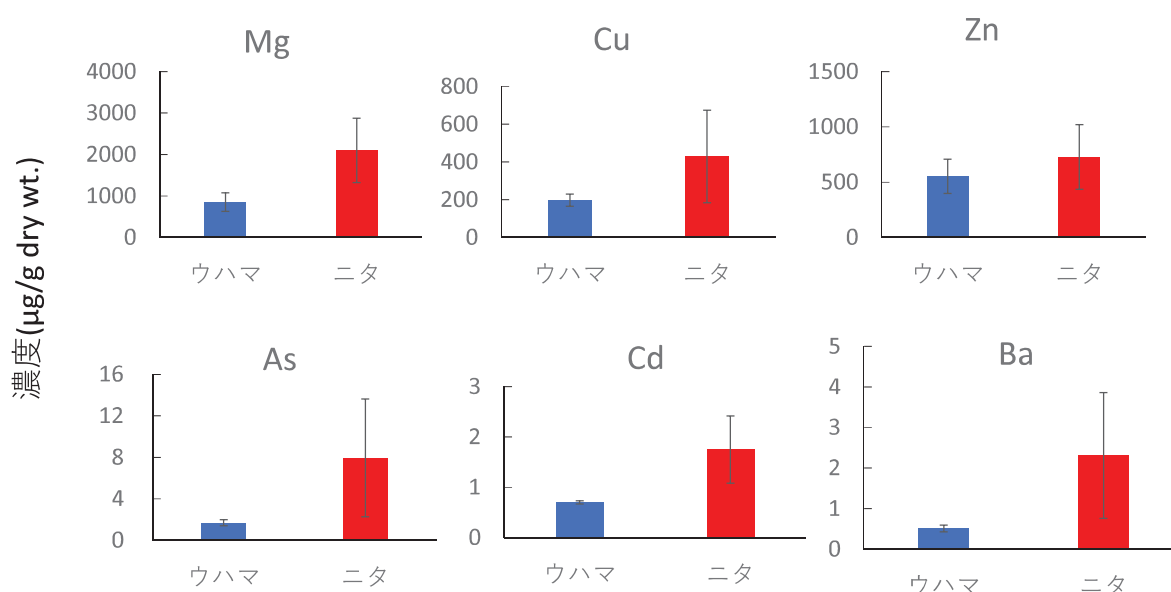
- ・ 先行研究(2018年に採取)から
 - ⇒ムラサキオカヤドカリの主食は植物で、アダンの元素組成と似ていた
 - 本研究でもニタのムラサキオカヤドカリにおいてアダンの元素組成と類似



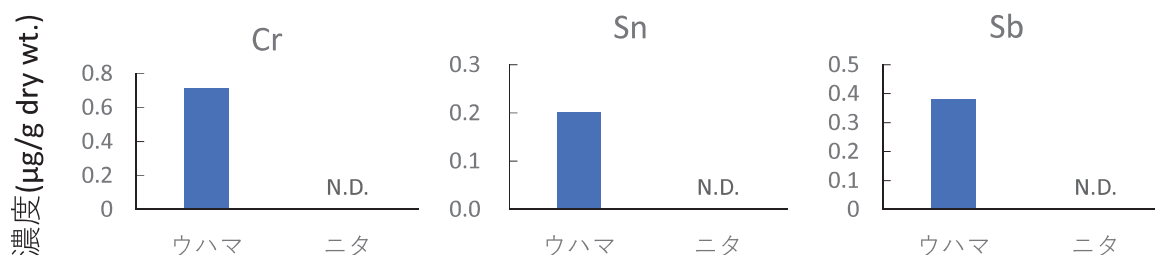
座間味：2018年10月と2019年9月にニタで採取された**アダン**の葉における漂着ゴミ由来元素濃度①



座間味島：2019年ニタおよびウハマで採取されたムラサキオカヤドカリの肝臓中漂着ゴミ由来元素濃度



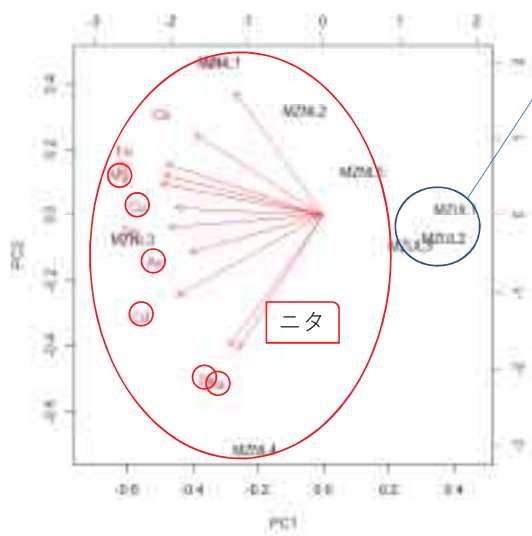
座間味島：2019年ニタおよびウハマで採取されたムラサキオカヤドカリの肝臓中漂着ゴミ由来元素濃度



Cr, SnおよびSbを除く多くの漂着ゴミ由来の元素は汚染地のニタで高濃度
 ⇒汚染地と非汚染地の違いが元素濃度の観点からも明確

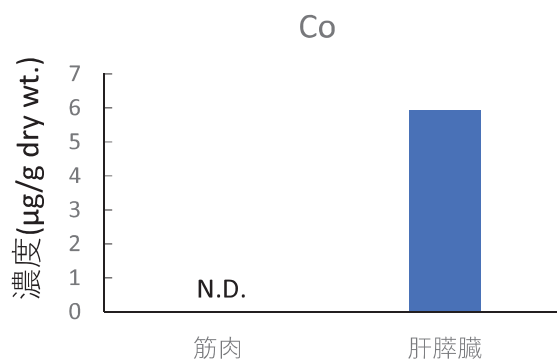
Pbは両地点で検出限界以下

座間味島：2019年9月にニタおよびウハマで採取されたムラサキオカヤドカリの肝臓中元素濃度による主成分分析



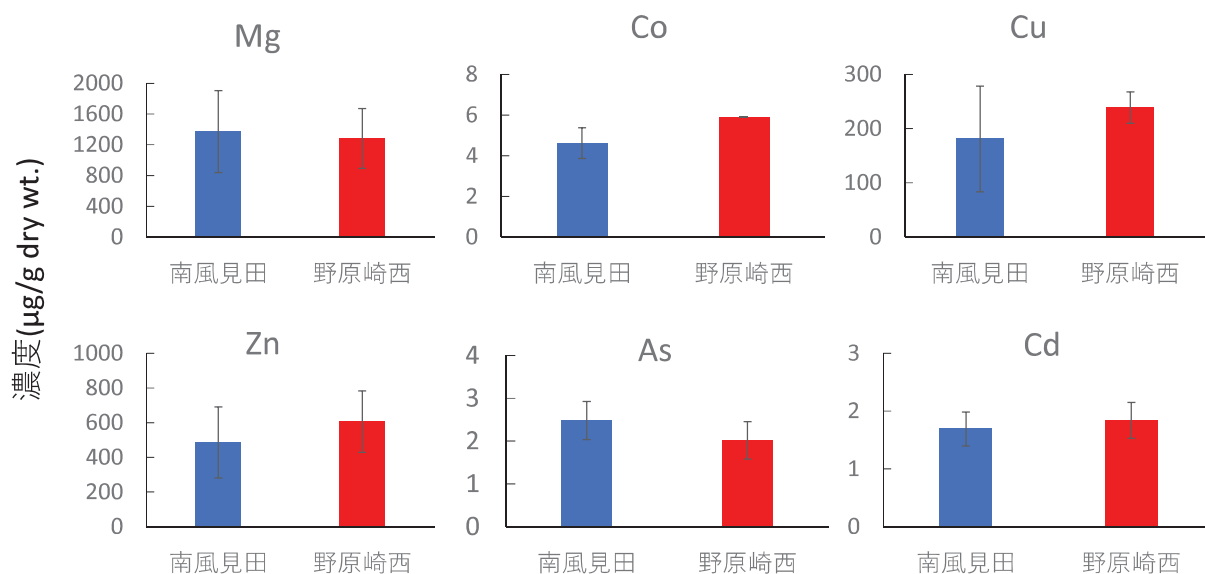
- ・全個体の半数以上で検出された漂着ゴミ由来の元素はニタの個体で特徴づけられた
- ・ウハマを特徴づける元素は主成分分析からはみられなかった

西表島（組織分布）：2019年10月に野原崎西で採取されたオオナキオカヤドカリ肝臓の漂着ゴミ由来元素濃度

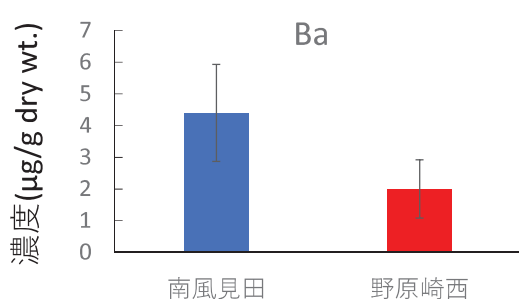


- 元素の蓄積傾向は座間味島ニタのムラサキオカヤドカリと類似
- Coは西表島の個体のみで検出

西表島：2019年10月に南風見田および野原崎西で採取されたオオナキオカヤドカリ肝臓の漂着ゴミ由来元素濃度①



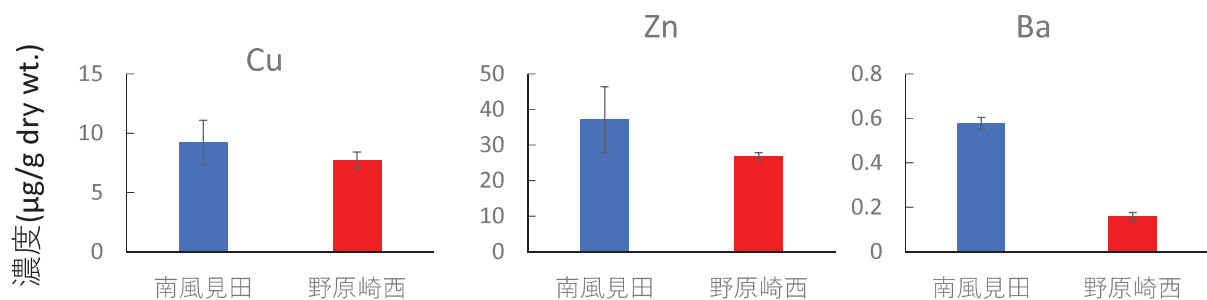
西表島：2019年10月に南風見田および野原崎西で採取されたオオナキオカヤドカリ肝臓の漂着ゴミ由来元素濃度②



海岸(陸域)の生物であるオオナキオカヤドカリでも南風見田と野原崎西での濃度差があまりみられない

南風見田で高濃度となる元素もある

西表島：2019年10月に南風見田および野原崎西で採取されたアダンの葉における漂着ゴミ由来元素濃度



Cu, ZnおよびBaを除きほとんどの元素がアダンの葉中から検出限界以下
⇒植物食によるヤドカリへの影響は低いと考えられる

検出された元素での比較ではすべて南風見田で高濃度
⇒植物の生育環境として南風見田の土壌が関係している可能性

今回のまとめ

カニ類

・脱皮イベントで体内濃度が変化する可能性があり、今後も詳細な分析が求められた。

西表：野原崎で多くの元素で高濃度がみられたが、他地点も詳細な調査が求められる。

座間味：ニタの個体で多くの元素が高濃度であったが、経年変化の可能性も示され継続的な調査が求められた。

ヤドカリ類

・肝臓でもモニタリング可能と考えられた。

座間味：ニタで多くの元素が高かったが、ウハマでも幾つかの元素で高濃度がみられた。

西表：両地点で明確な差はみられず、陸上に依存している生態の影響が考えられた。

植物

座間味：去年に引き続き、ニタのアダンはオカヤドカリと類似の元素組成

西表：アダンの葉における元素濃度はイソハマグリ同様、南風見田で高い

(現時点での) 総括

・座間味島では、プラスチックゴミが集積するニタ海岸で、砂、植物、無脊椎動物ともに参考地とした南向き海岸より重金属元素は高濃度を示す傾向。また経年の汚染の進行も懸念される。

・西表島では参考地として設定した南風見田で、汚染地で設定した野原崎西よりも高い元素濃度を示す生物が存在した。ただし、カニ類では南風見田よりも高濃度を示す海岸もあり、地質などを含めた詳細な調査が求められる。

・両島での調査の結果、プラスチックを含む海岸の漂着ゴミに由来する重金属類は、そこに生息する生物（植物、無脊椎動物）に汚染をもたらしている可能性が強く示され、今後のモニタリング、対策が強く求められよう。

