

養殖場クルマエビ全滅の主原因であるクルマエビ類ウイルス血症（PAV）拡大の増悪因子としての ネオニコチノイド系農薬等の関与

宮古島地下水研究会

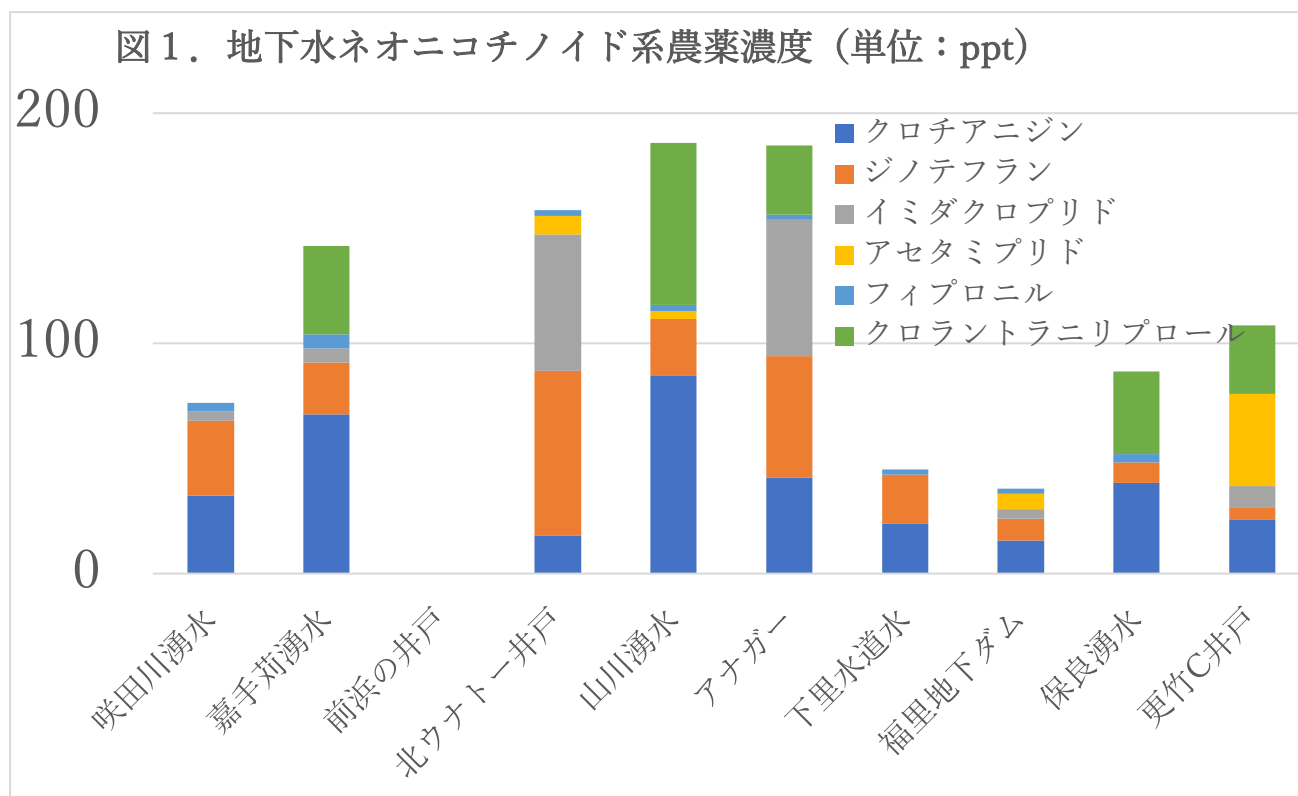
要旨）高野の養殖場クルマエビ全滅の主原因と思われるクルマエビ類急性ウイルス血症（PAV）の感染拡大の増悪因子として、養殖場内に流入した表流水や地下水に含まれるネオニコチノイド系やフェニルピラゾール系農薬の関与を強く疑った。私たちは、養殖場内の養殖池残存水、底砂および近接するため池、養殖場内湧水中のネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬濃度を調査・分析した。その結果、ネオニコチノイド系農薬のアセタミプリド（モスピラン）がすべての試料で検出された。養殖池残存水で最大 72ng/L、養殖池底砂で 40ng/L、近接するため池で 103ng/L であった。ジノテフラン（スタークル）は、2 試料で検出された。旧養殖池貯留水 18ng/L、近接するため池で 174ng/L であった。近接するため池では、ネオニコチノイド系農薬 4 種類、フェニルピラゾール系農薬 2 種類が検出され、これらの総量は 411ng/L であった。このことより排水前の養殖池飼育水中濃度も同様の総濃度を示していた可能性が示唆される。クルマエビなどの水生無脊椎動物は、ネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬に対し高い感受性を有することが報告されている。今回、養殖池残存飼育水や底砂のアセタミプリド濃度は、Morrissey（3）の提唱する水生無脊椎動物のネオニコチノイド慢性暴露による影響閾値 35ng/L を超えており、養殖されていたクルマエビ個体に影響を及ぼしていた可能性が非常に高い。水生無脊椎動物がこれらの農薬に低濃度でも暴露した場合、免疫能を低下させ、ウイルス増殖を助長することが報告されている。高野養殖場において 4－5 年前から発生している PAV 関連ウイルス感染に加え、飼育水中の農薬の影響によりクルマエビ個体の免疫能低下によりウイルス増殖を助長させ、共食いにより爆発的感染拡大を引き起こしたことが考えられる。これらの農薬による広範な地下水汚染が進行しており、今回のクルマエビ全滅は、“沈黙の春、再び”を示唆する自然から私たちへの警鐘と捉える必要がある。これらの農薬は、ヒト特に胎児や乳幼児にまで影響を及ぼす可能性が報告されており、早急にこれらの農薬のモニタリング体制の構築と使用削減対策を講じる必要がある。

はじめに）

高野の養殖場クルマエビ 140 万匹が全滅し、甚大な被害を被ったことが、報道された。PAV 関連ウイルス（PRDV）感染によるクルマエビ類急性ウイルス血症（PAV）が原因とされているが、未だに感染源や感染経路が不明の状態で、今後の対策に苦慮している。

私たち宮古島地下水研究会では、県下で群を抜いて使用量の多いフェニルピラゾール系農薬やネオニコチノイド系農薬の地下水への影響を調査してきた。地下水、農業用水、水道水中のこれらの農薬の濃度を島内 10 か所で測定したところ、水道水を含む 9 か所で微量ながら検出された。

これは、宮古島市においてこれらの農薬の広範な地下水汚染を示唆している（図 1）。



私たちは、今回のクルマエビ全滅に至った事態が、本当に PAV 関連ウイルス（PRDV）の感染爆発のみで説明できるのか以下のような疑問を持った。

1. 県内ないし島内の他の養殖場での PRDV 感染発生がないにもかかわらず、なぜ高野だけが感染爆発したのか？
2. PRDV 保有甲殻類等の混入による水平感染のリスクは島内の他の養殖場にもあるが、何故、高野だけが感染爆発し全滅に至ったのか？
3. 様々な PRDV 感染予防対策を講じているのにも関わらず、何故、高野だけが感染爆発し全滅に至ったのか？

最近、有名な科学雑サイエンスに、「宍道湖のワカサギやウナギの激減は、ネオニコチノイド系農薬使用増加による湖水汚染により餌となる動物性プランクトンが激減したことが原因であろう」と報告された（1）。

私たちが、ネオニコチノイド系やフェニルピラゾール系農薬による地下水汚染が、今回の PRDV 感染爆発によるクルマエビ全滅に関わっていると考えたきっかけとなった7つの状況証拠がある。

- ① フェニルピラゾール系農薬やネオニコチノイド系農薬は、県下でもトップの使用量である。最も使用量が多いのはフェニルピラゾール系農薬のフィプロニル（プリンスベイト）で、2007 年使用開始後多い年で年間 200 トン、現在は 40 トン使用されている。ネオニコチノイド系農薬は、2014 年使用開始以降使用量が急激に増加し、現在年間約 15 トン使用されている。**使用量増加と、高野のクルマエビ感染出現の時期が相関**している可能性がある。有機リン系農薬も継続使用されており、化学農薬による地下水複合汚染のリスクが非常に高い。
- ② 高野の養殖場の陸地側には、広汎なサトウキビ畑が近接している。さとうきびの株出しや夏植えの際大量に化学農薬が使用されている。降雨後になると、土砂、表流水に含まれる農薬成分が下流側の

崖下にある高野の養殖場敷地内にそして周辺の海に流出している可能性がある。

- ③ 宮原 3 号農業排水路を介して化学農薬を使用する耕作地からの排水に微量に含まれる農薬成分が、養殖場近傍の海に排出されている可能性がある。
- ④ 散布された農薬が地下水に浸透し流出するには 1～7 年ほどの時間を要する。市の調査では、これまで 5 か所の地下水でフィプロニルが微量ながら検出され、私たちの最近の調査では、ネオニコチノイド系農薬やフィプロニルが 10 か所中 9 か所で、微量ながら検出されている（図 1.）。広汎な地域への地下水汚染が示唆される。汚染された地下水は最終的に、海に流出し養殖場近傍の海水の汚染につながる可能性がある。
- ⑤ 養殖場の底砂は薄く、帯水層である石灰岩に近接しており、この地域では以前から地下水の湧出が、いたるところで見受けられる。汚染された地下水が養殖池の底砂へ、浸透していく可能性は否定できない。
- ⑥ これらの化学農薬に対しクルマエビなどの甲殻類は、標的昆虫と同等の感受性を持つことが報告されている。更にエビなどの甲殻類や軟体動物は、これらの化学農薬（殺虫剤）に対して脆弱であり、免疫系を弱め、病気にかかりやすい状態を引き起こす可能性が指摘されている。
- ⑦ 以前は、養殖場の位置する高野の海岸周辺では、満月大潮の夜産卵のため海辺に移動するオカガニ（アラガン）が足の踏み場もないほどの数が認められた。しかし、最近はほとんど見かけないとの地元の方の証言がある。

高野の養殖場クルマエビ全滅の原因として、クルマエビ関連ウイルス感染によるクルマエビ急性ウイルス血症が主体と考える。加えて、ネオニコチノイド系やフェニルピラゾール系農薬による地下水汚染、海水汚染そして養殖場飼育水汚染によるクルマエビ個体への影響が強く関わっている可能性がある。研究会独自に農民連食品分析センターに依頼し、養殖場内の残余貯留水、湧水、養殖底砂、養殖場近隣のため池など、7 か所のサンプルでネオニコチノイド系農薬及びフェニルピラゾール系農薬の測定を行った。結果を図 2・表 2. に示す。

試料と方法)

【試料】 2021 年 12 月 28 日、高野の養殖場敷地内の 1～7 の場所で試料採取を行った。



1	旧養殖池貯留水 500ml	塩分濃度
2	旧養殖池貯留水 500ml	1.5%
3	養殖池底部湧水 500ml	0.9%
4	養殖池貯留飼育水 500ml	2.1%
5	養殖池底部湧水 500ml	2.1%
6	養殖場隣接池 500ml	
7	養殖池排水後底砂 1 kg	

※海水塩分濃度 3.4%

【測定方法】

液体クロマトグラフ質量計を用い、資料についてネオニコチノイド系農薬を中心とした14成分の農薬残留量一斉分析を行った。

【分析条件】

測定装置 島津製作所 超高速トリプル四重極型質量分析計 LCMS-8050

分離カラム Kinetex Biphenyl (100x2.1mm, 2.6 μm)

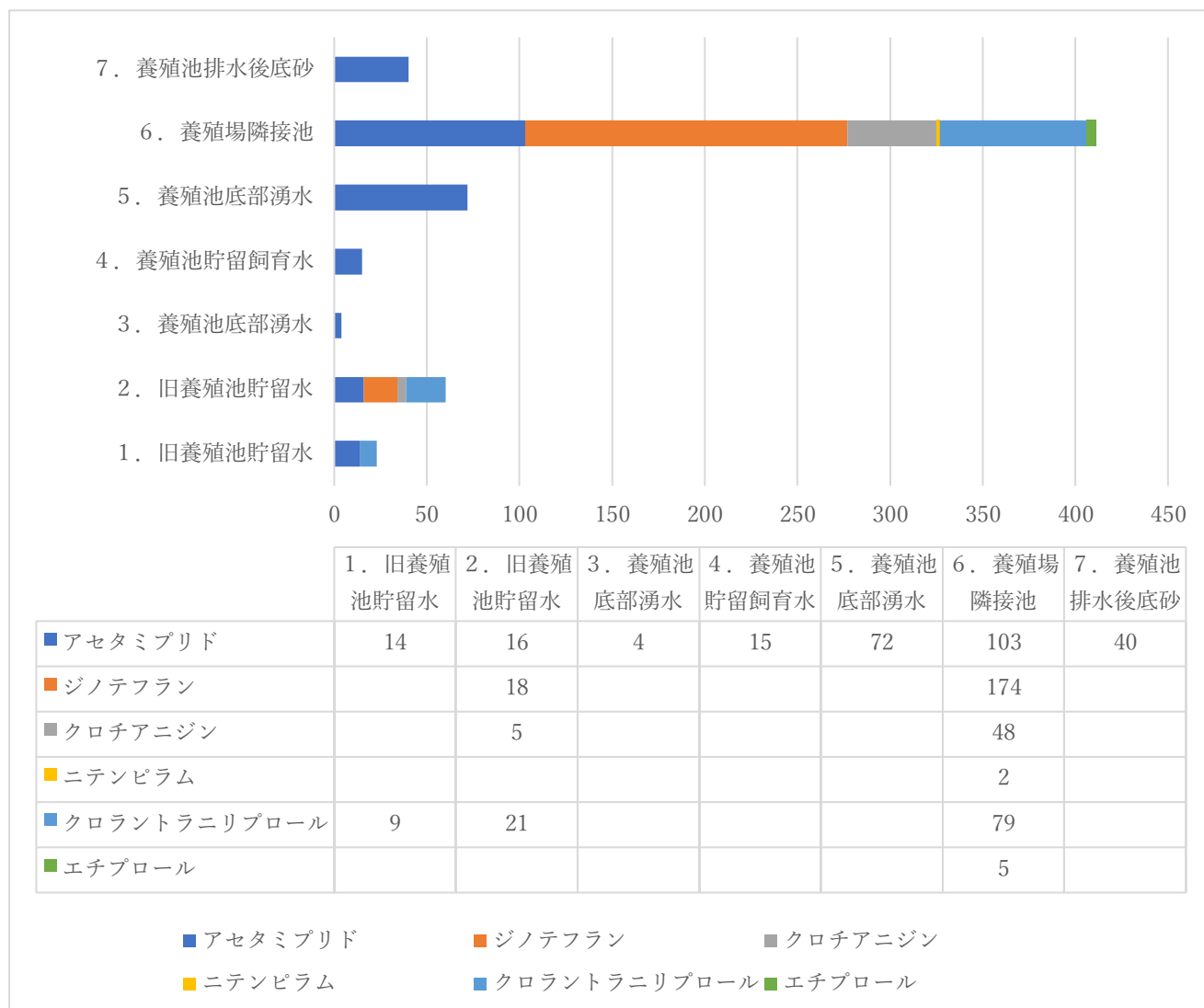
測定モード ESI(+/-)/MRM 法による

データ処理 LCMS Solution による分析

定量下限値 トリフルメゾピリム、クロラントラニリプロール 25ppt(25ng/L) 前記以外 2ppt(2ng/L)

結果)

図2，表2．養殖場施設内ネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬濃度(ppt: ng/L)



旧養殖池1，2は現在使用していない。池の底から排水に苦慮するほどの湧水が湧出するとのことである。塩分濃度からすると淡水である雨水、表流水、湧き水（地下水）と海水が混合した状態で、貯留している。3，5が普段養殖用に使用している池であり、養殖中は海水を汲み上げ飼育水として使用してい

る。現在、飼育水は排水された状態であるが、底砂から湧出水があり、ポンプで汲み上げ、水が貯まらないようにしている。採取試料は、淡水である湧水が主体と思われるが、塩分濃度からすると、養殖池の壁の亀裂部から浸透した海水が混合した状態と考えられる。7は、5の飼育水を排水後の底砂1kgを採取した。4は、最近まで養殖池として使用していたが、現在使用しておらず、排水することなく水が貯留した状態である。6は、近接するため池の貯留水（淡水）である。ネオニコチノイド系農薬**アセタミプリド**（商品名モスピラン）がすべての検体から検出された。最大値は養殖場近隣池の103ng/Lである。5の養殖池排水後残存水から72ng/L、底砂からも40ng/L検出された。ジノテフラン（商品名スタクール）は2の旧養殖池貯留水と6の近接する池の2か所で検出され、最大値は池で174ng/Lを示した。クロチアニジン（商品名ダントツ）は2の旧養殖池貯留水と6の近接する池で検出された。最大値は池の48ng/Lであった。ニテンピラム（商品名ベストガード）は6の近接する池のみで検出され2ng/Lであった。フェニルピラゾール系農薬では、クロラントラニプロール（商品名フェルテラ）は3か所で検出され、最大値は6の近接する池の79ng/Lであった。予想に反してフィプロニルは定量範囲内では検出されず、4か所が痕跡であった。エチプロール（商品名キラップ）が6の近接する池のみ5ng/L検出された。2つの旧水養殖池貯留水は、近接する池と同様の検出傾向が認められる。近接する池で検出されたネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬濃度の合計は、411ng/Lとなる。養殖池の飼育水も水抜き前は同様の値を示していた可能性がある。農薬散布時期と河川水の農薬濃度は相関関係がみられ、6月～8月の夏季にピークとなることが報告されている。養殖場上部の耕作地でさとうきび栽培がおこなわれている。夏植え、株出し時等夏場に大量の農薬が散布され、降雨後に、表流水とともに養殖池や近接する池に流入した可能性が高い。今回の検体採取は養殖池水抜き後12月下旬に行っており、夏場は更に農薬濃度が高かった可能性が強い。すなわちクルマエビが養殖されていた6月～10月にかけて、飼育水が汚染され、6種類以上のネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬に暴露していた可能性がある。表2に養殖場での最大検出濃度とネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬の農薬登録基準を示す。

表2. 農薬登録保留基準（ng/L）

農薬名	最大検出濃度(ng/L)	水質汚濁に係る農薬登録保留基準(ng/L)	水域の生活環境動植物の被害防止に係る農薬登録基準(ng/L)
アセタミプリド	103	180,000	2,500
イミダクロプリド		150,000	1,900
クロチアニジン	48	250,000	28,000
ジノテフラン	174	580,000	12,000
チアクロプリド		31,000	36,000
チアメトキサム		47,000	3,500
ニテンピラム	2	1,400,000	11,000
クロラントラニプロール	79	690,000	
フィプロニル		500	24
エチプロール	5	10,000	

上記の国の定める水域の生活環境動植物の被害防止に係る基準に対して、アセタミプリドは4.1%、クロ

チアニジンは 0.17%、ジノテフランは、1.5%と非常に低い濃度である。

しかし、下記に示す世界的な新しい研究で、多くの種で、きわめて低いレベルでのネオニコチノイド慢性暴露が“遅発性死亡”を及ぼすことが確認された。短期暴露（24～48 時間）や短期間の野外実験では長期的影響の大きさはわからないとしている。

1. 「浸透性殺虫剤の生物多様性と生態系への影響に関する世界的な統合評価書 2015」によれば、

ネオニコチノイド系農薬は様々な経路、特に各種の噴霧機施用による大気中降下物（ドリフト）や、表面流出、汚染地下水の浸透を通して、地表水に到達する。水生無脊椎動物は、とくに農薬の影響受けやすい。ネオニコチノイドは今や多くの国の表層水において、水生無脊椎動物に害を及ぼすレベルの汚染をもたらしている。水中における低レベルの残留ネオニコチノイド暴露は、長い目でみると多くの水生無脊椎動物種に致死的影响を及ぼし、汚染地域では個体群全体を消滅させる可能性がある。

Chen(2010)は、ニセネコミジンコの急性毒性（LC50=2.1ppb）と慢性毒性を推計した。ニセネコミジンコをイミダクロプリド 0.3ppb(300ng/L)に暴露すると、対象集団サイズの 19%まで減少した。この濃度は米国 EPA の環境濃度期待値 17.4ppb(17.4μg/L)をはるかに下回るので、イミダクロプリドは野外条件で水生無脊椎動物に障害を引き起こすことになる。

Nyuma anら（2013）は、イミダクロプリドのヨコエビに類に対する急性・慢性毒性について検討した。ヨコエビの摂餌量と体脂質量は有意に減少した。更に 14 日間の常時暴露で不動になり摂餌もできなくなり、死亡率が上昇した。興味深いことに、Beketov and Liess（2008）によれば試験の標準種オオミジンコは特にネオニコチノイドの影響を受けない。急性 LD50 は、7,000ppb 程度で、他の数種の無脊椎動物で見られた影響濃度を数桁上回る。これは、オオミジンコが多くの種を保護するための感受性試験の供試体には使えないことを意味している（2）。

2. Morrissey(2014)によれば、多くのニコチノイド系農薬が急性暴露の場合 1μg/L 以下で、慢性暴露の場合 0.1μg/L 以下で多くの感受性の高い水生無脊椎動物に対し、死亡、成長阻害、行動異常などの悪影響を及ぼすとしている。従って、感受性の高い水生無脊椎動物生態系への持続的悪影響を回避するため、水中のネオニコチノイド濃度の環境閾値を急性暴露の場合 0.2μg/L(200ng/L)以下、慢性暴露の場合 0.035μg/L(35ng/L)に設定すべきと提案している（3）。

3. Al-Barden ら（2019）は、フィプロニルとイミダクロプリドが自然界で検出される濃度の範囲で brown shrimp（クルマエビ）に対し致死のないし重大な影響を及ぼすため、生息水域でのこれらの農薬濃度モニタリング及び使用量の削減が必要であるとしている。特にフィプロニルは低濃度で致死的影响を及ぼし、クルマエビは最も感受性の高い水生無脊椎動物としている。イミダクロプリドでは、致死的不是だがフィプロニルと同様、高濃度で成長低下（体重・体長の減少）、低濃度で行動異常（サークルスイミングそして動きが少なくなり、摂餌量が減り、最終的に水槽底に横たわり、脚をけいれん）、色調変化、脱皮時間の延長を示した（4）。

4. Butcherine ら（2020）は、ネオニコチノイド系農薬のイミダクロプリドが、5μg/L と低濃度で、エビ（ブラックタイガー）の摂餌量の低下と体重減少を引き起こすことを報告した（5）。

5. 羽野ら(2018)は、ネオニコチノイド系農薬が海産甲殻類(クルマエビ等)に及ぼす影響を調べ、潜在リスクを評価した。海産甲殻類3種の毒性試験値を表3.に示す。

表3.	96h-EC50(μ g/L)		
	クルマエビ	エビジャコ	アミ
アセタミプリド	31	3500	19
クロチアニジン	14	260	48
ジノテフラン	530	4300	410
イミダクロプリド	50	570	92
ニテンピラム	490	5200	890
チアクロプリド	20	490	47
チアメトキサム	940	820	4100

ネオニコチノイド系農薬に対しクルマエビが最も感受性が高い(6)。

6. Piscoらは、ネオニコチノイド系農薬であるクロチアニジンとイミダクロプリドに暴露したミツバチでは、正常の免疫応答が阻害され免疫能低下の為、ウイルスの増殖を招き感染症にかかりやすくなることを報告している(7)

7. Yamamuro(2019)は、宍道湖でのワカサギやウナギの漁獲量の激減と、ネオニコチノイド系農薬との関連性を報告した。宍道湖の湖水でネオニコチノイド系農薬7種類のうち4種類が検出された。降雨が少ない時期での総ネオニコチノイド濃度は $0.023\mu\text{g/L}$ で、降雨後に同地点で採取した総ネオニコチノイド濃度は $0.07\mu\text{g/L}$ と3倍の値を示した。佐藤ら(2016)も同様に降雨によるネオニコチノイド濃度の増加が8~10倍に及ぶことを報告している。仮に降雨時に10倍になるとすると、総ネオニコチノイド濃度は、 $0.24\mu\text{g/L}$ となる。この濃度は、宍道湖に生息する節足動物が影響を受ける濃度だろうか。Morrisseyらは、それまで行われていた膨大な毒性試験のデータをまとめて「ネオニコチノイドの影響を受ける可能性がある無脊椎動物にとって、急性毒性濃度として $0.2\mu\text{g/L}$ 、慢性毒性濃度として $0.035\mu\text{g/L}$ を閾値と考えるべき。」と提案した。降雨時の宍道湖のネオニコチノイド濃度は、ネオニコチノイドの影響を受ける可能性がある無脊椎動物にとって急激に死滅するに十分な濃度となる可能性が高い(1)。

以上の報告をまとめると、

1. 水生無脊椎動物は、とくに農薬の影響受けやすい。
2. 水中における低レベルの残留ネオニコチノイド暴露は、長い目でみると多くの水生無脊椎動物種に致死的影響を及ぼし、汚染地域では個体群全体を消滅させる可能性がある。
3. 過去の研究の殆どが最も使用量の多いイミダクロプリドに関するものだった。
4. イミダクロプリドのヨコエビ類に対し急性・慢性毒性があり、ヨコエビの摂餌量と体脂質量は有意に減少した。更に14日間の常時暴露で不動になり摂餌もできなくなり、死亡率が上昇した。
5. フィプロニルとイミダクロプリドは自然界で検出される濃度の範囲で brawn shrimp (クルマエビ) に対し致死的不いし重大な影響を及ぼすため、生息水域でのこれらの農薬濃度のモニタリング及び

使用量の削減が必要である。

6. フィプロニルは低濃度で致死的影响を及ぼし、クルマエビは最も感受性の高い水生無脊椎動物である。
7. イミダクロプリドでは、高濃度で成長低下（体重・体長の減少）、低濃度で行動異常、摂餌量減少、色調変化、脱皮時間の延長を示した。
8. イミダクロプリドが、 $5\mu\text{g/L}$ と低濃度で、エビ（ブラックタイガー）の摂餌量の低下と体重減少を引き起こす。
9. クルマエビはネオニコチノイドに対し感受性が高い。
10. クロチアニジンとイミダクロプリドに暴露したミツバチでは、**正常の免疫応答が阻害され免疫能低下の為、ウイルスの増殖を招き感染症にかかりやすくなる。**
11. 降雨時の宍道湖のネオニコチノイド濃度増加は、ネオニコチノイドの影響を受ける可能性がある無脊椎動物にとって、急激に死滅するに十分な濃度となる可能性が高い。

考察)

高野の養殖場で養殖されている水生無脊椎動物であるクルマエビは、ネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬に対し高い感受性を有している。養殖場の周辺には、耕作地がある。宮古島市は、ネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬が県下で最も使用されている地域である。養殖場の南東側に位置する農薬使用耕作地の多い城辺等の南部地域は、4つの地下ダム止水壁により地下水の海への流入が遮断されている。自然の水循環による浄化作用が減弱しており、農薬などの環境化学物質が地下水に滞留・蓄積しやすい環境にある。私たちの調査結果から地下水のみならず農業用水、水道水に於いてさえネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬が検出されている（図1.）。既に、地下水汚染が広い範囲に及んでいる可能性が高い。通常の陸上養殖（掛け流し式）は、取水ポンプで海水を汲み上げ飼育水とする。しかし、高野の養殖池の塩分濃度は約2%前後と、海水塩分濃度3.4%に比べ4割薄まった状態である。明らかに飼育水（海水）への多量の淡水の混入が考えられる。農薬成分を含む淡水が混入する経路の1つは、養殖池底部から多量の地下水（淡水）が湧き出ており、農薬成分を含む地下水が養殖池飼育水に混入する経路である。2つ目は、養殖場崖上には広範なサトウキビなどの耕作地があり、農薬散布後の降雨時は、農薬成分を含む表流水が、海側に位置する養殖池に混入する経路である。降雨時、農薬成分を含む表流水や地下水そして宮原3号農業排水路からの排水が、養殖場近隣の海に放出される。従って、可能性は低いが飼育水の農薬汚染経路として汚染された海水を汲み上げ使用した可能性も考慮すべきである。さらに、養殖池の飼育水は、汚染海水が壁の亀裂から浸透するリスクに晒されている。このように**高野の養殖池は表流水、地下水そして海水の3経路から農薬成分が混入している可能性が高い**。最も影響している可能性のあるのは、降雨時の農薬成分を含む表流水の混入と養殖池底砂下から湧き出る農薬成分を含む地下水である。島尻の養殖場は海面養殖（小割り式）であり、海水の影響が主体であり表流水や地下水の影響を受けにくい。

今回養殖場内で検出された農薬濃度は、すべて水域の生活環境動食物の被害防止に係る農薬登録基準の範囲内で低い濃度である。しかし、試験に用いる標準種オオミジンコは特にネオニコチノイドの影響を受けない。他の数種の無脊椎動物で見られた影響濃度を数桁上回る。これは、オオミジンコが多く種の保護するための感受性試験の供試体には使えないことを意味している。従って、ネオニコチノイ

ド系やフェニルピラゾール系農薬に感受性の高い水生無脊椎動物であるクルマエビに対し農薬登録基準値を適用するのは再考の必要がある。

フィプロニルとイミダクロプリドは自然界で検出される濃度の範囲で brawn shrimp（クルマエビ）に対し致死のないし重大な影響を及ぼすことが報告されている。Morrissey(2014)は、感受性の高い水生無脊椎動物生態系への持続的悪影響を回避するため、水中のネオニコチノイド濃度の環境閾値を急性暴露の場合 $0.2 \mu\text{g/L}$ (200ng/L) 以下、慢性暴露の場合 $0.035 \mu\text{g/L}$ (35ng/L) に設定すべきと提案している(3)。今回調査は、大部分の飼育水を排水した養殖池からの試料採取である。貯留水のある旧養殖池の水から4種類のネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬が検出されており総量は 60ng/L である。5の養殖池残存水（湧水と海水の混合）からは、アセタミプリド 72ng/L、養殖池の底砂からは 40ng/L 検出された。これは、水生無脊椎動物の慢性暴露の閾値 35ng/L を超えている。養殖池に近接する池の試料では、痕跡も含め8種類のネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬が検出された。ネオニコチノイド系農薬のジノテフランが 174ng/L、アセタミプリド 103ng/L、総量で 411ng/L であった。排水前の養殖池でも同等の濃度を示していた可能性が高い。今回の調査は12月下旬に行っており、農薬散布時期の夏場に施行すればさらに高い値を示す可能性が高い。さらに降雨時には農薬濃度が約8～10倍も増加するとの報告もあり、ネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬濃度の予測総量は約 4000ng/L となりアセタミプリドやジノテフランはそれぞれ約 1000ng/L、1740ng/L となる。これはMorrisseyの提唱する水生無脊椎動物に対する急性毒性濃度として 200ng/L を超えてしまい中毒死の可能性すらある。水生無脊椎動物に対し極めて緩い基準と考えられている水域の生活環境動食物の被害防止に係る農薬登録基準値のそれぞれ40%、14%と無視できない値となる。

高野の養殖池の飼育水は、本来飼育水として使用される海水以外に、4割近い淡水が混入している特殊な環境下で養殖されていた可能性が高い。山室は、海産種の汽水でのネオニコチノイド系農薬の耐性は調べられておらず、このような条件下では、浸透圧ストレスが加わることで、ネオニコチノイドに対する感受性が高まる可能性を指摘している(10)。今回、養殖場底砂で検出されたアセタミプリドの濃度でも、十分慢性暴露の閾をこえており、これらの成分に敏感なクルマエビへの影響は十分考えられる。これらの農薬に感受性の高い陸生無脊椎動物であるミツバチでは正常の免疫応答が阻害され免疫能低下の為、ウイルスの増殖を招き感染症にかかりやすくなると報告されている(7)。別の研究では水生無脊椎動物である岩ガキでも、ネオニコチノイド系農薬暴露により免疫系が弱まり感染に対する抵抗力が減弱する事が報告されている(8)。ラットの実験でもネオニコチノイド系農薬は、腸内細菌叢や免疫系に悪影響を及ぼすことが報告されている(9)。ネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬に感受性の高いクルマエビでも同様の免疫能低下は十分可能性がある。

結論)

高野の養殖場のクルマエビ全滅は、感染経路はまだ特定できていないが、PAV 関連ウイルス (PRDV) 感染によるクルマエビ類急性ウイルス血症 (PAV) 発症が主体であろう。しかし、全滅に至った原因の一つとして、養殖池飼育水のネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬汚染により、クルマエビ個体の免疫能が低下し PAV 関連ウイルスが増殖しやすい状態となり感染爆発が生じた可能性が高い。更にこれらの農薬自体の急性毒性による斃死が加わり全滅に至った可能性が高い。

従って、従来の PAV 関連ウイルス対策だけでは不十分である。

1. 養殖場底砂や養殖池の水のフェニルピラゾール系及びネオニコチノイド系農薬、有機リン系農薬の定期的濃度測定、特に農薬散布後降雨の時期の測定が重要である。
2. 宮原農業排水路排水及び養殖場近隣海域の海水中の上記農薬濃度の定期的測定、近傍の畑で使用される農薬の使用量の実態把握と、土壌中の上記の農薬の残留濃度の定期的測定、特に農薬散布後降雨の時期は重要である。
3. PAV 発症斃死個体中のフィプロニル、ネオニコチノイド系及び有機リン系農薬の残留濃度測定が必要である。

以上を専門機関・研究者による詳細な調査を早急に行う必要がある。

今回のクルマエビ全滅への農薬の関与は、“沈黙の春再び”の重大な警鐘である。これらの農薬による地下水汚染は、地下水を唯一の水資源として毎日飲用している私達、特に胎児や小児への慢性的健康影響を引き起こす可能性が高い。水が飲めない。水が飲めない島にはヒトは住まない。すなわち「沈黙の島」というディストピアではなく「水清きエコアイランド」という身近なユートピアにしなければならない。今が決断の時です。残された時間は、もうない。。早急に農薬による地下水汚染対策を講じなければならない。

参考文献)

- (1) Neonicotinoid disrupt aquatic food webs and decrease fishery yields
M.Yamamuro science 366, 620-623, 2019
- (2) 「浸透性殺虫剤の生物多様性と生態系に対する影響の世界的総合評価 (WIA)
Environmental Science and Pollution research vol22,issue1, 2015
- (3) Neonicotinoid contamination of global surface waters and associated risk to aquatic invertebrates
Morrissey C.A.et.al. Environment International, 74, 291-303 2015
- (4) Effect of insecticides, fipronil and imidacloprid , on the growth, survival, and behavior of brown shrimp
Al-Barden A.A. PLOSONE 14(10):e0223641 2019
- (5) Impact of imidacloprid on the nutritional quality of adult black tiger shrimp
Butcherine P. et. al Ecotoxicology and Environment Safety Vol.198 ,15 ,2020
- (6) ネオニコチノイド系農薬の海産甲殻類への種特異的毒性機構の解明と沿岸生態リスク評価
羽野 健志 科学研究費助成事業 研究成果報告書 2018年
- (7) Neonicotinoid clothianidin adversely affect insect immunity and promotes replication of viral pathogen in honey bees(Pisco. G.D , PNAS vol.110 no.46 2013)
- (8) The neonicotinoid insecticide imidacloprid, but not Salinity, impacts the immune system of Sydney rock oyster Were.E.E. et.al Science of the Total Environment Vvol.742, 10, 2020
- (9) Immunotoxicity evaluation by the oral administration of clothianidin in the Sprague-Dawley rats
Kanao Onaru The Journal of Veterinary Medical Science 2020
- (10) 魚はなぜ減った？ 見えない真犯人を追う 山室真澄著 2021年