

水産養殖におけるウイルス病とのたたかい

東京海洋大学 海洋生物資源学部門
水族病理学研究室 佐野元彦





金魚すくいを取ってきたキングヨを家の水槽に入れたら、もともといたキングヨも含めてみんな死んでしまった、といった経験があるのでは？

生簀(いけす)や池に多くの魚を収容して行う水産養殖では、感染症が発生しやすい。

本日は、養殖におけるウイルス病とのたたかひの一部をご紹介します。

日本の水産業

水産庁「水産白書」から見てみると・・・

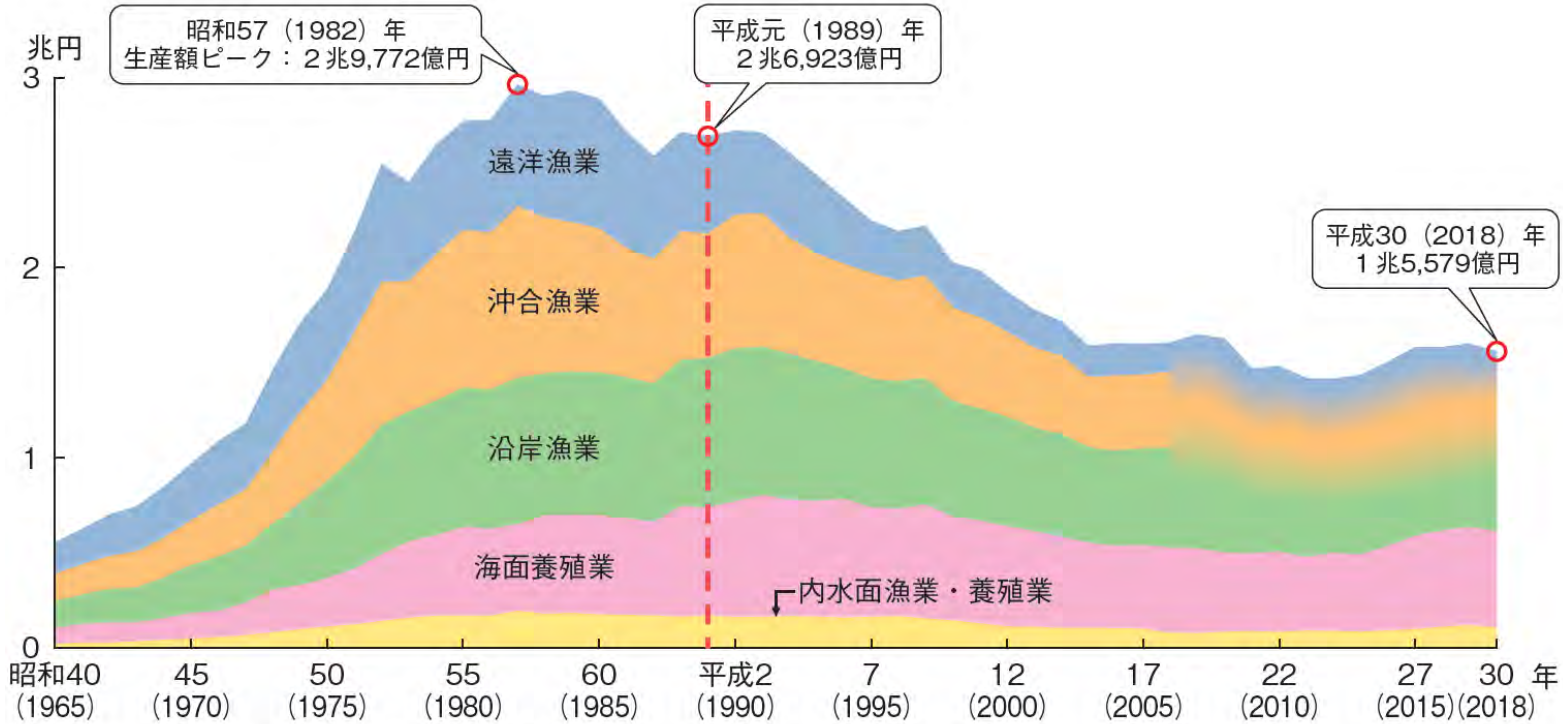


漁船漁業



養殖業

漁業生産額



資料：農林水産省「漁業産出額」に基づき水産庁で作成

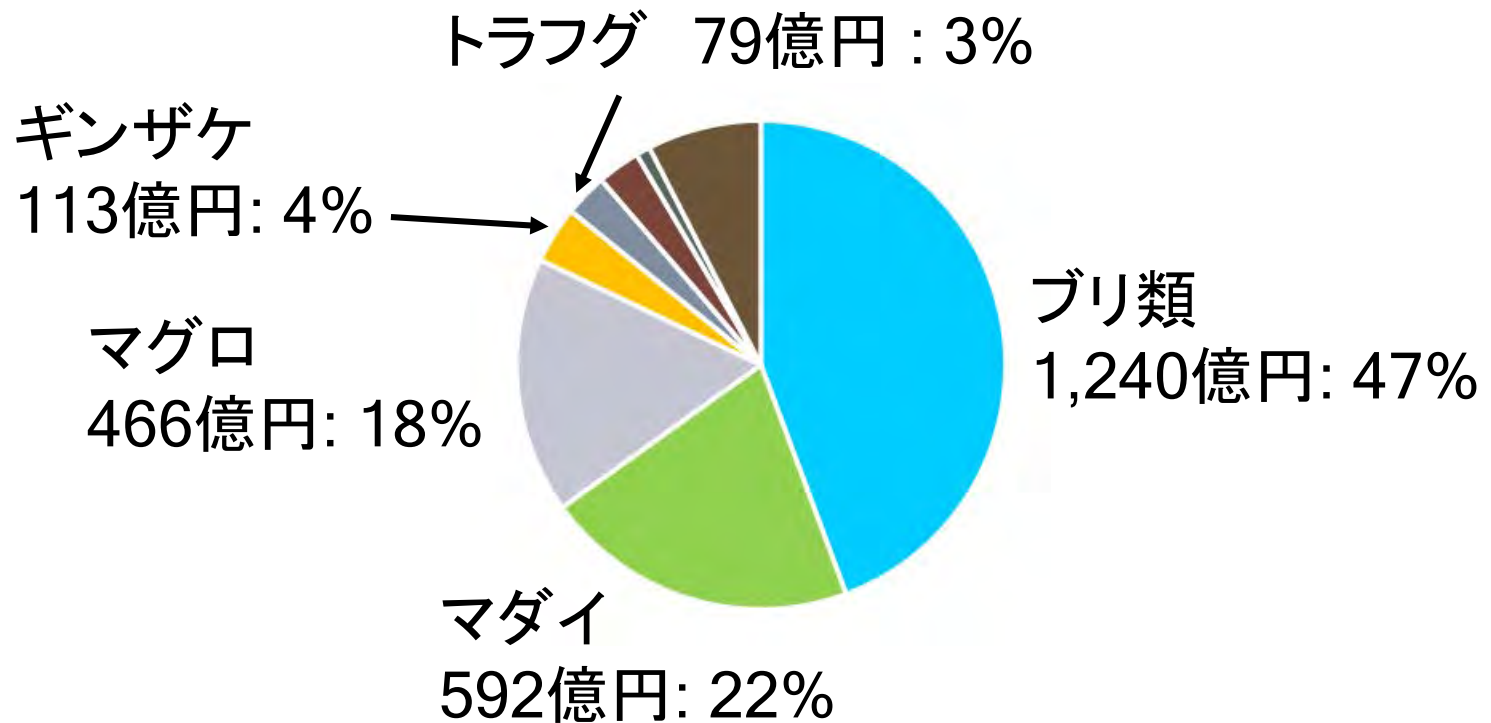
(単位:億円)

		平成29年 (2017)	平成30年 (2018)
生 産 額	合 計	16,061	15,579
	海 面	14,864	14,438
	漁 業	9,614	9,379
	養 殖 業	5,250	5,060
	内 水 面	1,197	1,141
	漁 業	198	185
	養 殖 業	998	956

資料:水産庁「令和元年度 水産白書」より

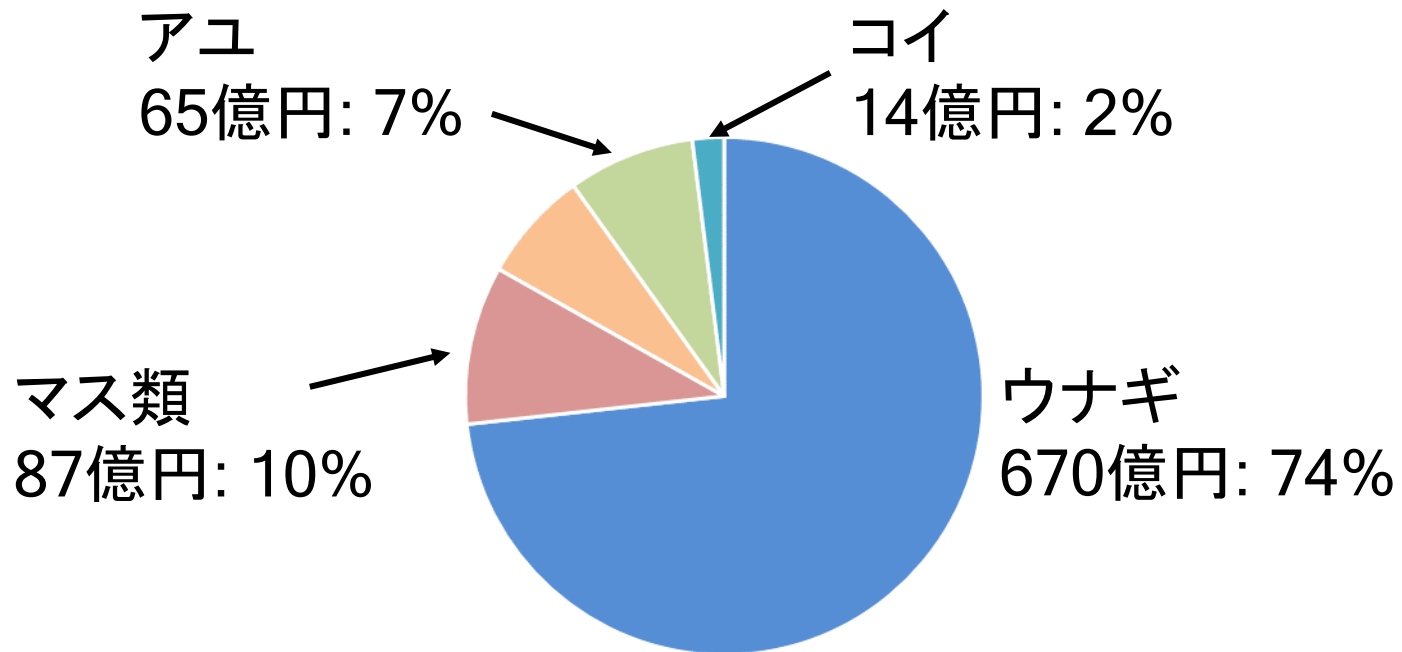
海面給餌養殖生産

2018年度生産額 2,638億円



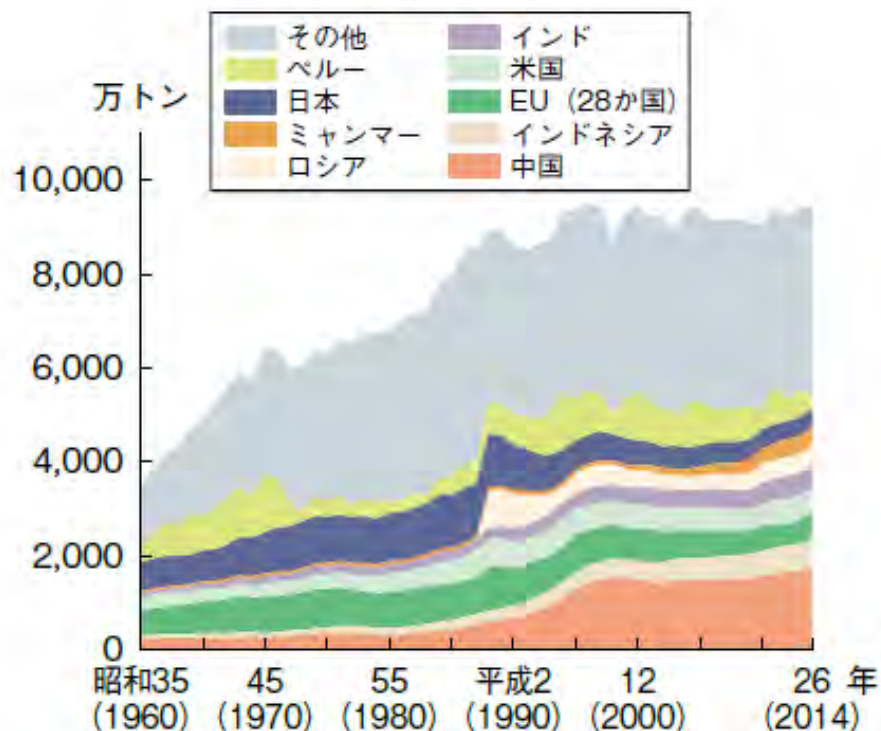
内水面給餌養殖生産

2018年度生産額 911億円

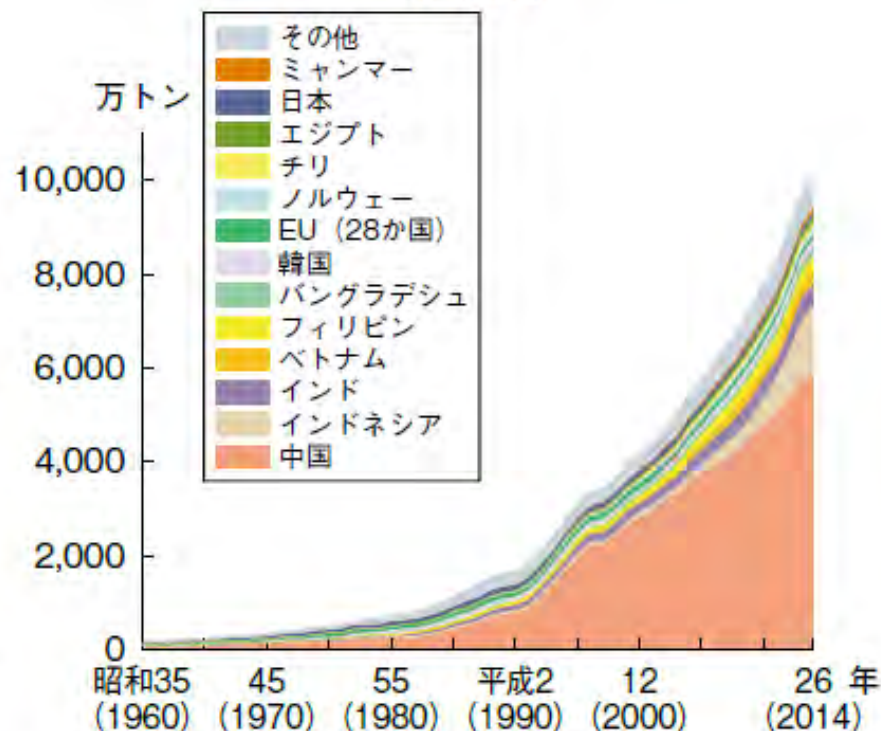


世界の漁業・養殖生産量

〈漁船漁業〉



〈養殖業〉



資料：FAO「Fishstat (Capture Production, Aquaculture Production)」(日本以外の国) 及び農林水産省「漁業・養殖業生産統計」(日本)

資料：水産庁「水産白書」より

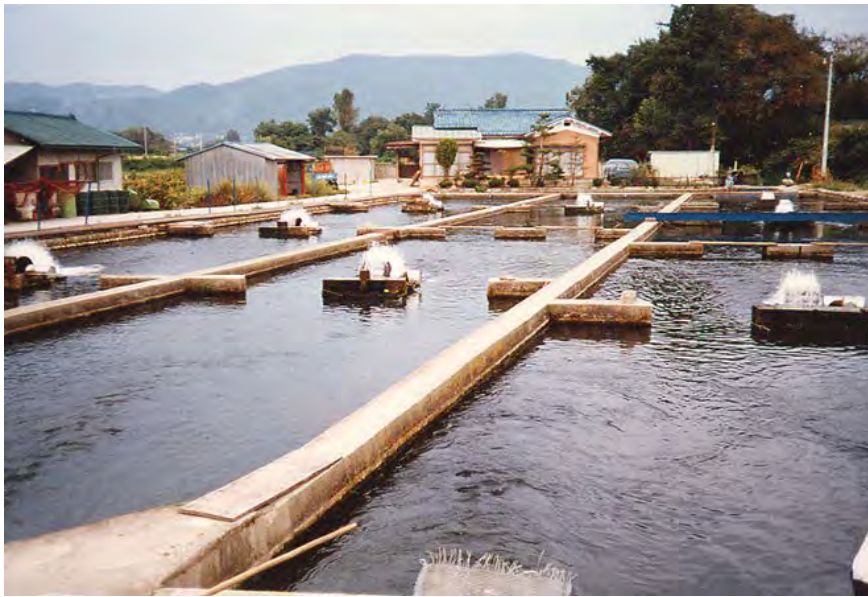
養殖は、世界的には右肩上がりの急成長産業
日本ではほぼ横ばいだが・・・



マダイ

クロマグロ

海面生簀(いかだ)養殖



池中養殖(流水式)(ニジマス)



池中養殖(加温式)(ウナギ)



池中養殖
(ニシキゴイ)

魚類の繁殖戦略



メダカ



ニジマス



クロマグロ

卵の大きさと産卵数は？

魚類の繁殖戦略



メダカ



ニジマス



クロマグロ

卵の大きさと産卵数は？

直径 約1.5mm
30粒程度

約5mm
3000粒程度

約1mm
100万粒程度

単純には両親2尾から次の親の2尾が残ればいい
身体を守る免疫：下等脊椎動物として基本性能



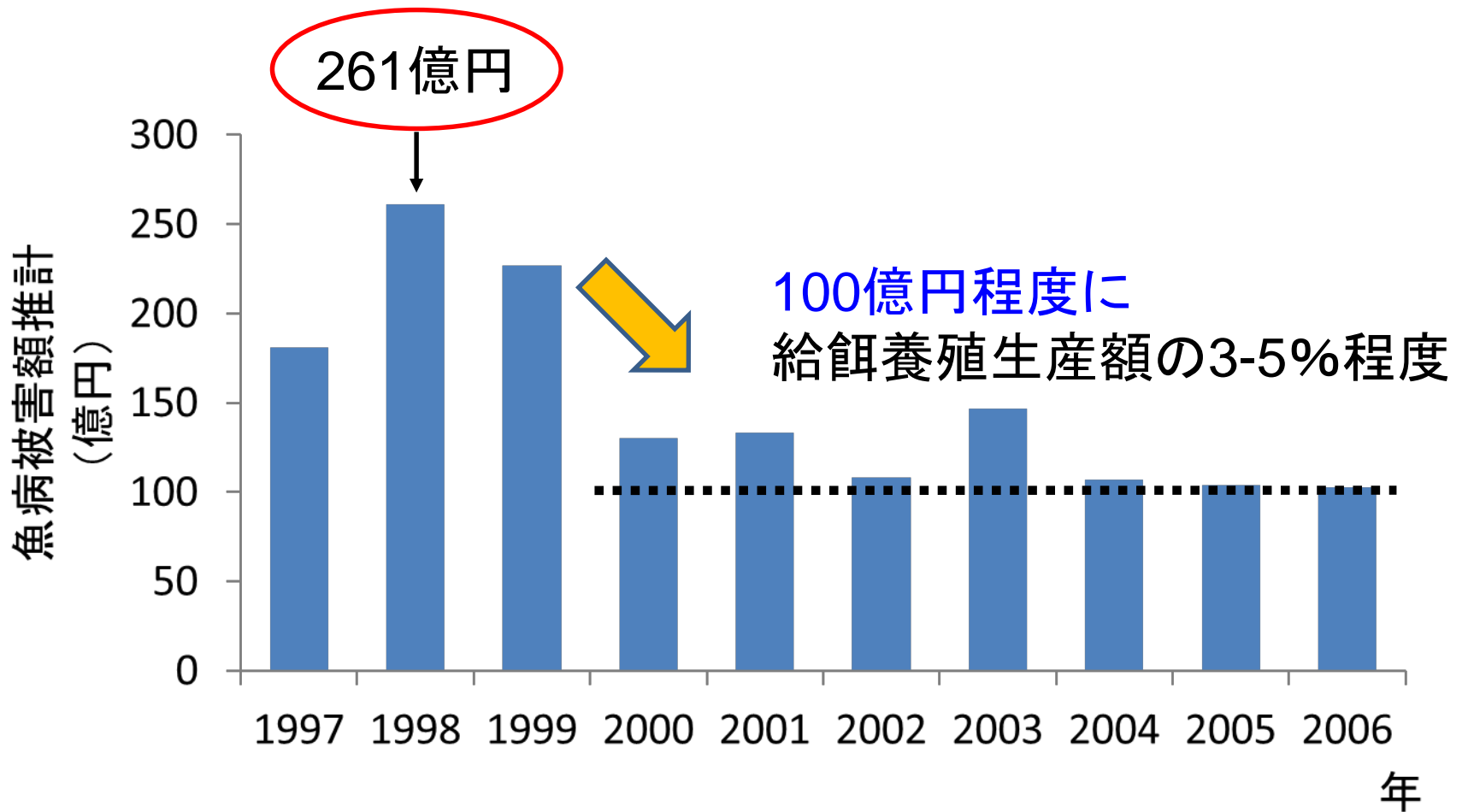
生簀(いけす)や池に多くの魚を収容して行う養殖では、感染症が発生しやすく、一旦発生すると大きな被害を与える。

日本における主要な養殖魚介類の病気

魚種	ウイルス	細菌	真菌	寄生虫 (原虫を含む)
サケ・マス類	I P N* I H N* E I B S* ヘルペスウイルス病	B K D* B G D せっそう病 細菌性冷水病* ビブリオ病	イクチオホヌス症 ミスカビ病	イクチオボド症
アユ		細菌性冷水病* 細菌性出血性腹水症 ビブリオ病 エドワジエラ症*	真菌性肉芽種症	グルゲア症
コイ・キンギョ	K H V D* (コイだけ) キンギョ造血器壊死症	穴あき病 カラムナリス病		筋肉ミクソボルス症 腎種大 ダクチロギルス症
ブリ属	ウイルス性腹水症 マダイイリドウイルス病*	ラクトコッカス症 類結節症 ノカルジア症 細菌性溶血性黄疸 連鎖球菌症		筋肉クドア症 ベネデニア症 ネオベネデニア症 ヘテラアキシネ症 血管内吸虫症
マダイ	マダイイリドウイルス病*	エドワジエラ症 滑走細菌症		ビバギナ症
ヒラメ	V H S H I R R V D ウイルス性表皮増生症	エドワジエラ症 β溶血性連鎖球菌症 滑走細菌症 細菌性腸管白濁症 ノカルジア症 連鎖球菌症		スクーチカ症 ネオヘテロボツリウム症* ネオベネデニア症*
トラフグ	口白症	ビブリオ病 滑走細菌症		ヘテロボツリウム症 ネオベネデニア症*
その他 (甲殻類も含む)	V N N (海産魚) P A V (クルマエビ)*	ビブリオ病	フサリウム症 (クルマエビ)	白点病 (海産魚)

I P N : 伝染性脾臓壊死症、
I H N : 伝染性造血器壊死症、
E I B S : 赤血球封入体症候群、
B K D : 細菌性腎臓病、
B G D : 細菌性鰓病、
K H V D : コイヘルペスウイルス病、
V H S : ウイルス性出血性敗血症、
H I R R V D : ヒラメラブドウイルス病、
V N N : ウイルス性神経壊死症、
P A V : クルマエビ急性ウイルス血症
* : 海外から持ち込まれたと考えられる病気

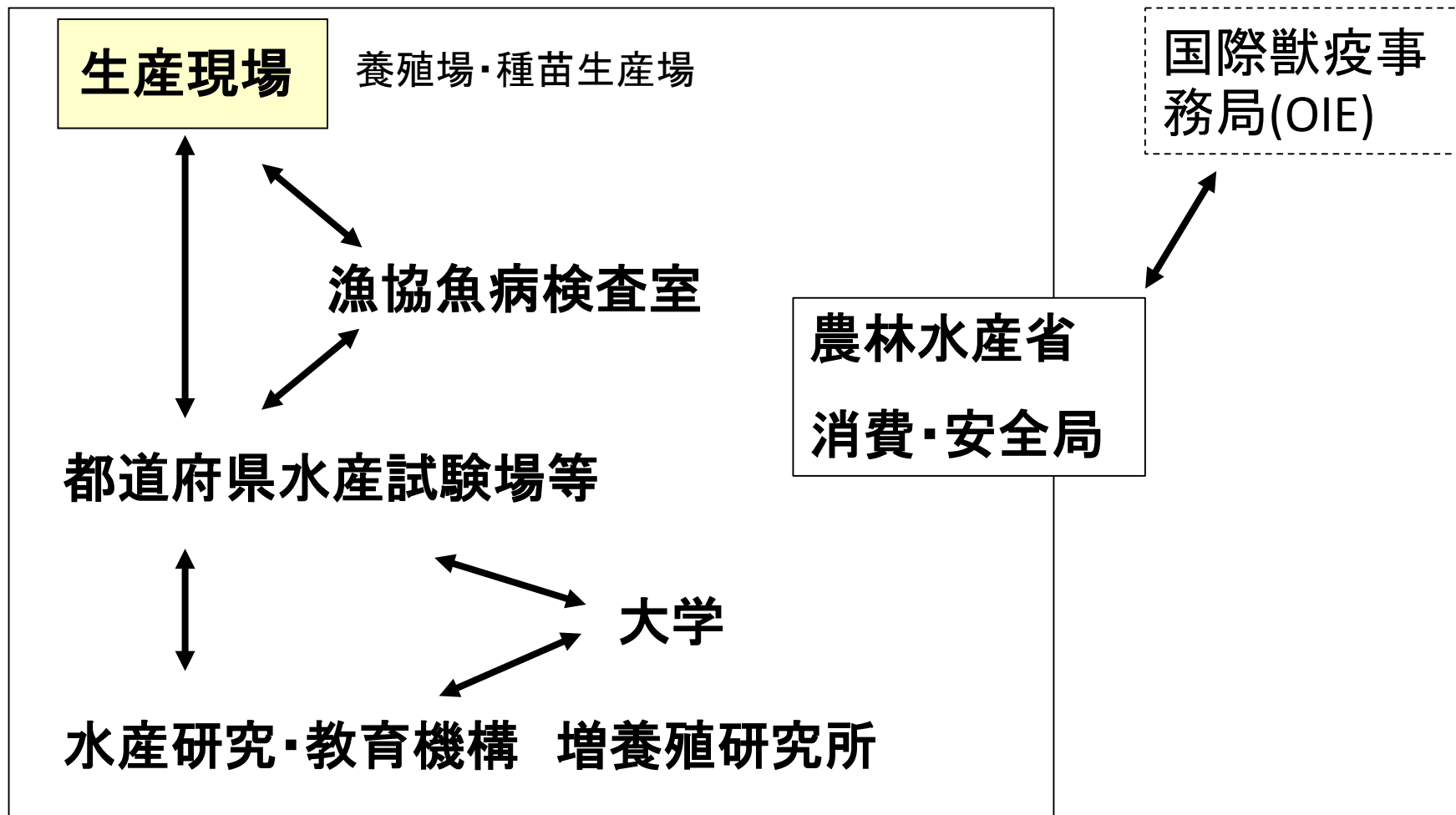
養殖魚介類の推定魚病被害額の推移



平成18年度魚病被害額推計

(農林水産省消費安全局より)

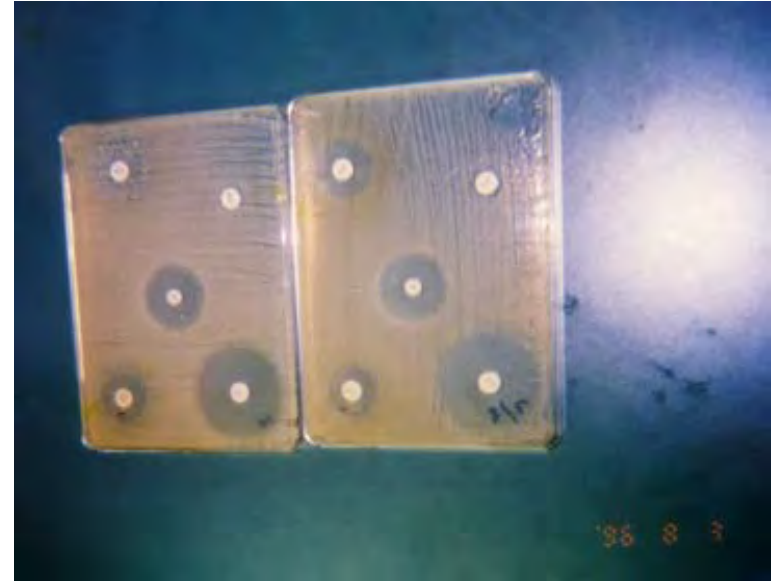
国内の魚病診断体制



細菌感染症の診断と投薬



現場から感染魚を検査室へ



適当な分離培地で原因細菌
を分離・同定
感受性を示す薬剤を検査



疾病発生群に薬剤を混合した餌を給与して、投薬

薬は高価、また、消費者は薬を使っていない食品を要求
→ 感染症の「治療から予防へ」

「感染症は出さない、予防が肝心」のためのポイント

- ① 「魚を健康に保つ」
飼育の基本：適切な飼育環境
- ② 「魚自身を強くする」
ワクチンや育種
- ③ 「そもそも病原体を持ち込まない」
持ち込みの阻止

① 「魚を健康に保つ」: 飼育の基本

* 適切な飼育環境

生簀・池・水槽の大きさ

飼育密度

水質: 溶存酸素濃度・アンモニア濃度・pH・濁り・
換水率など

水温

など

* 良好な生理状態

栄養状態

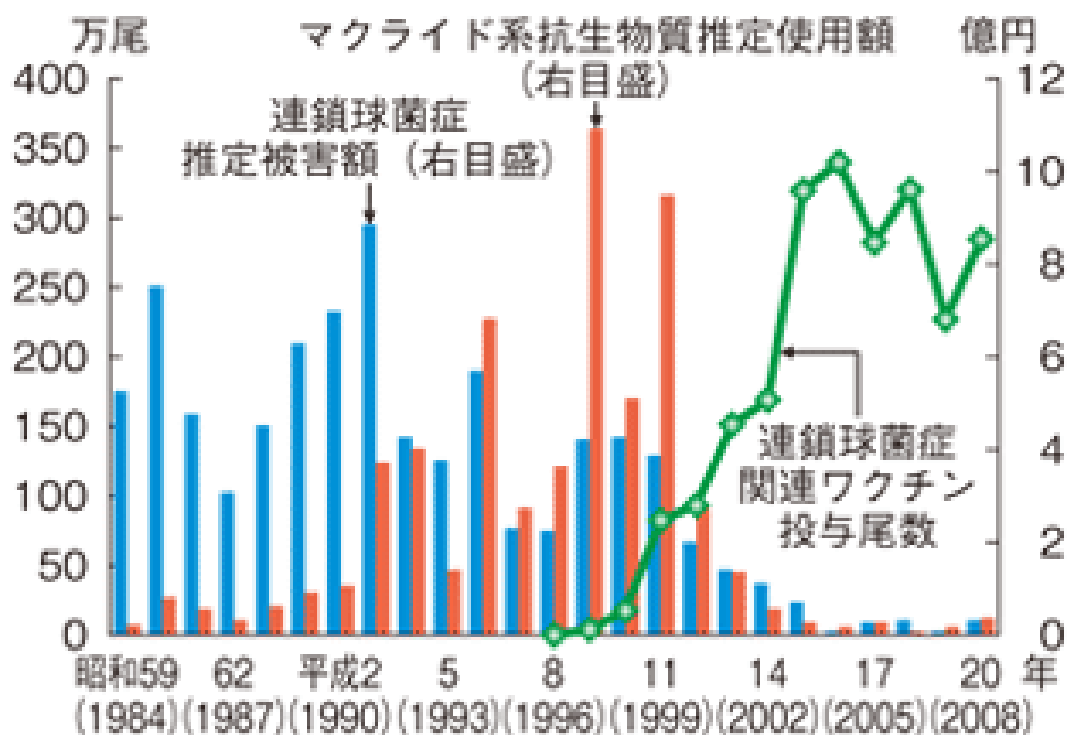
ストレス

など

② 「魚自身を強くする」

* ワクチンの利用: 免疫

ブリ類のワクチン投与尾数と魚病被害額
および抗生物質使用額の推移(大分県)



資料：大分県農林水産研究指導センター水産研究部

ブリの細菌病(ラクトコッカス症)が激減し、魚病被害額が大幅に減少

水産用ワクチン投与方法

注射法

腹腔内接種

浸漬法

水に混合・浸漬

経口法

混餌投与

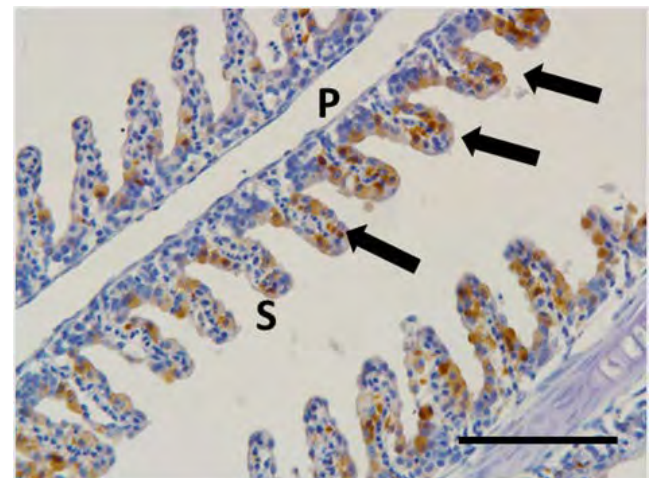
- * 多くのワクチンが注射投与
- * 労働コストがかかる
- * 小さな魚やハンドリングに弱い魚、魚価の安い魚には投与困難

医学・獣医学で使用される(弱毒)生ワクチンの開発が要望される。

経口投与に加え、鰓や体表からの浸漬投与する方法が研究されている。



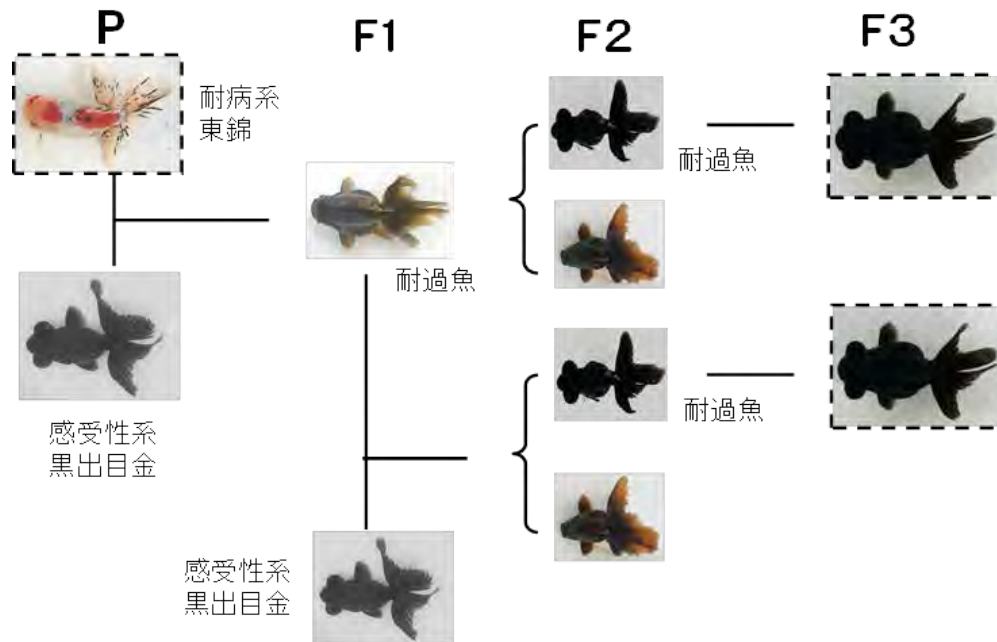
ブリ稚魚への注射接種



② 「魚自身を強くする」

* 育種：感染症に強い魚を作る

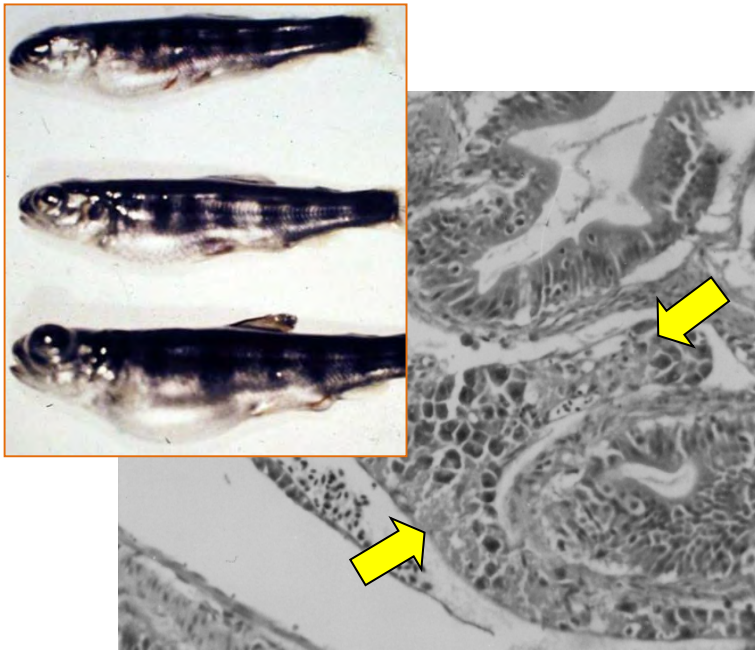
DNAマーカーアシスト選抜育種：ウイルス病抵抗性ヒラメ
細菌病抵抗性アユ



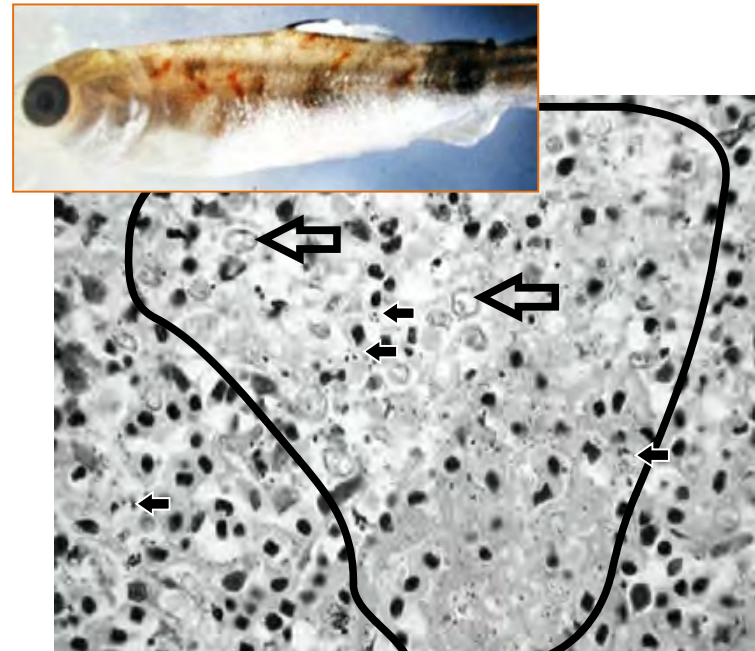
ウイルス病抵抗性系統の”東錦“から抵抗性”黒出目金“の作出
抵抗性形質の遺伝はメンデル性の優性遺伝パターンを示す。

③ 「そもそも病原体を持ち込まない」

持ち込みの阻止：国、県、地域・流域・海域、養殖場、場内のふ化施設、家のキンギョの水槽

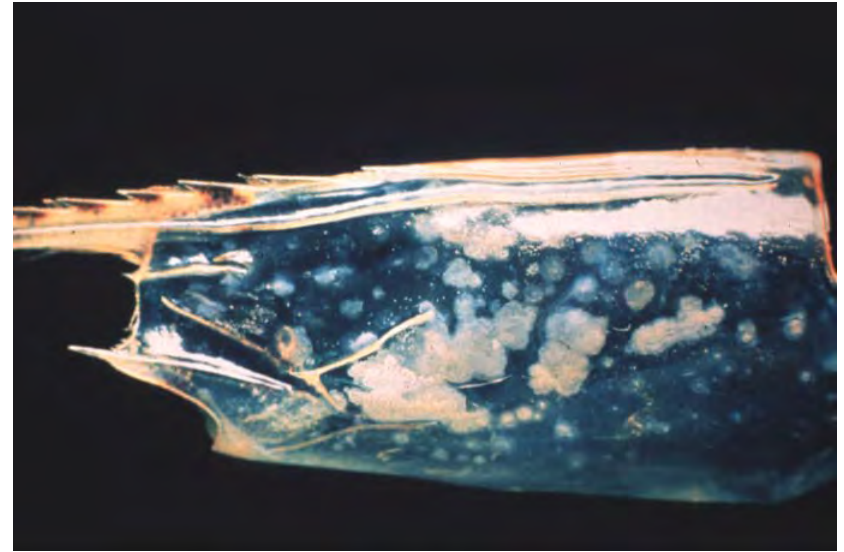


伝染性膵臓壊死症(IPN)



伝染性造血器壊死症(IHN)

60年代、70年代に受精卵とともに北米から日本に侵入したサケマス類のウイルス病。IHNは今でも日本のサケマス類養殖の大きな障害。ヨーロッパにも拡大。



宮崎大学 伊丹先生提供

クルマエビの急性ウイルス血症（ホワイトスポット病）

1993年、中国から日本に輸入されたクルマエビ種苗とともに侵入・拡大、日本のクルマエビ養殖に大打撃を与えた。その後、世界中のエビ養殖地域に拡大、ほとんどのエビ生産地域に分布する。東南アジアのエビ養殖をブラックタイガーからバナメイエビに転換させた。

→日本の輸入防疫に関する法整備へ

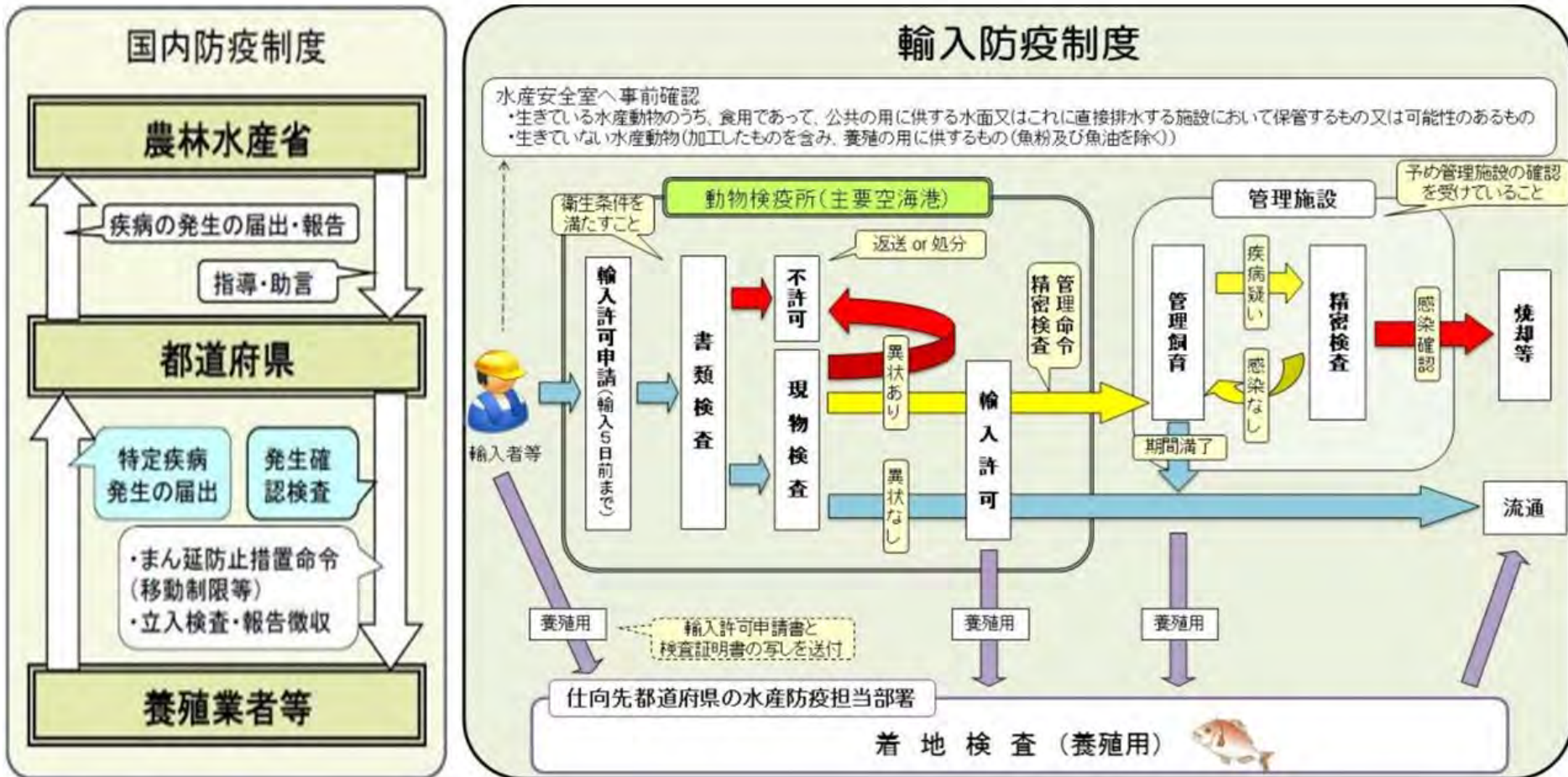
水産資源保護法(輸入防疫)・持続的養殖生産確保法(国内防疫)

魚介類の防疫に関する法律

- **水産資源保護法**：外国から種苗等を輸入しようとするときは、指定された疾病（**特定疾病と同じ**）の病原体の保有に関して、輸出国政府機関が発行する無病証明書類を提出しなければならない。
- **持続的養殖生産確保法**：日本国内で、指定された疾病（**特定疾病**）に罹患していることが判明した場合には、罹患魚（汚染魚）の移動禁止や殺処分など、当該疾病の蔓延防止のための措置を講ずることができる。（摘発淘汰）

日本の水産防疫制度

海外からの病原体の侵入防止: 生きた魚の検疫



農林水産省 消費・安全局HP参照

https://www.maff.go.jp/j/syouan/suisan/suisan_yobo/index.html

担 当	検査チャート	
都 道 府 県	<pre> graph TD A["(1)疫学調査"] --- C["(3)剖検"] B["(2)臨床検査"] --- C C --- D["(4)①(7)PCR検査 (又は) (4)①(1)LAMP法"] D --- E["(+, ±)"] D --- F["(-)"] </pre>	
養 殖 研 究 所	<pre> graph TD E["(+, ±)"] --- G["(4)②(7)培養細胞によるウイルス検査"] E --- H["(4)②(1)PCR検査"] F["(-)"] --- I["-"] </pre>	
判 定	+	-
その他	<p>独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所によって実施されたKHV病診断技術認定テストに合格した者を検査担当者としている魚病指導機関においては、(4)②の検査を養殖研究所に代わって行うことができるものとする。</p>	

持続的養殖生産確保法 の特定疾病診断ガイド ライン（当時）

<ウイルス検査>

決められた手順に従って、
実施する。

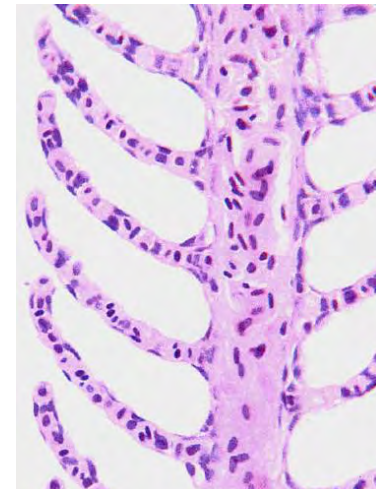
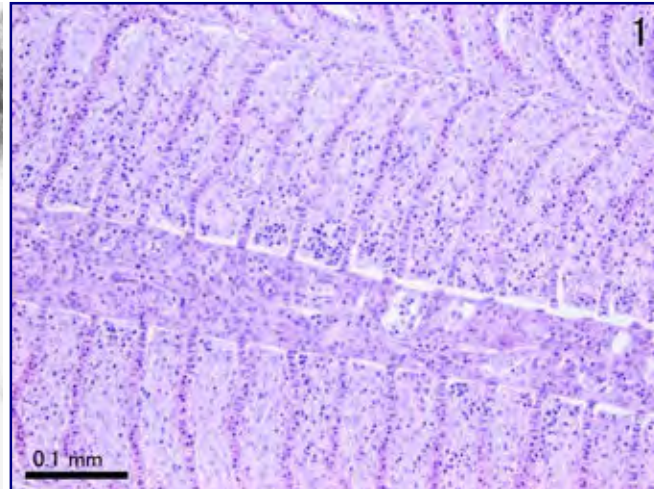
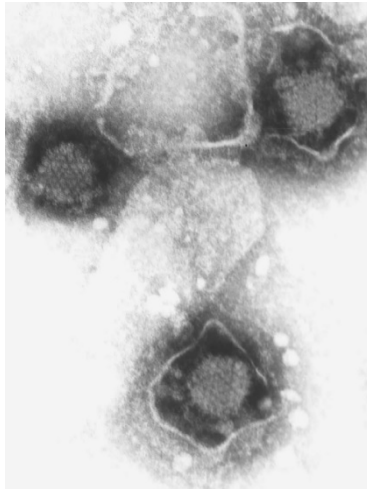
発生場所での検査を都道府
県水産試験場で、陽性の検
体について確定診断を(独)
水産総合研究センター（現
水産研究・教育機構）養殖
研究所で実施。

何度も海外から病気が入ってきて懲りているはずなのに…、法整備もしてきたのに…。



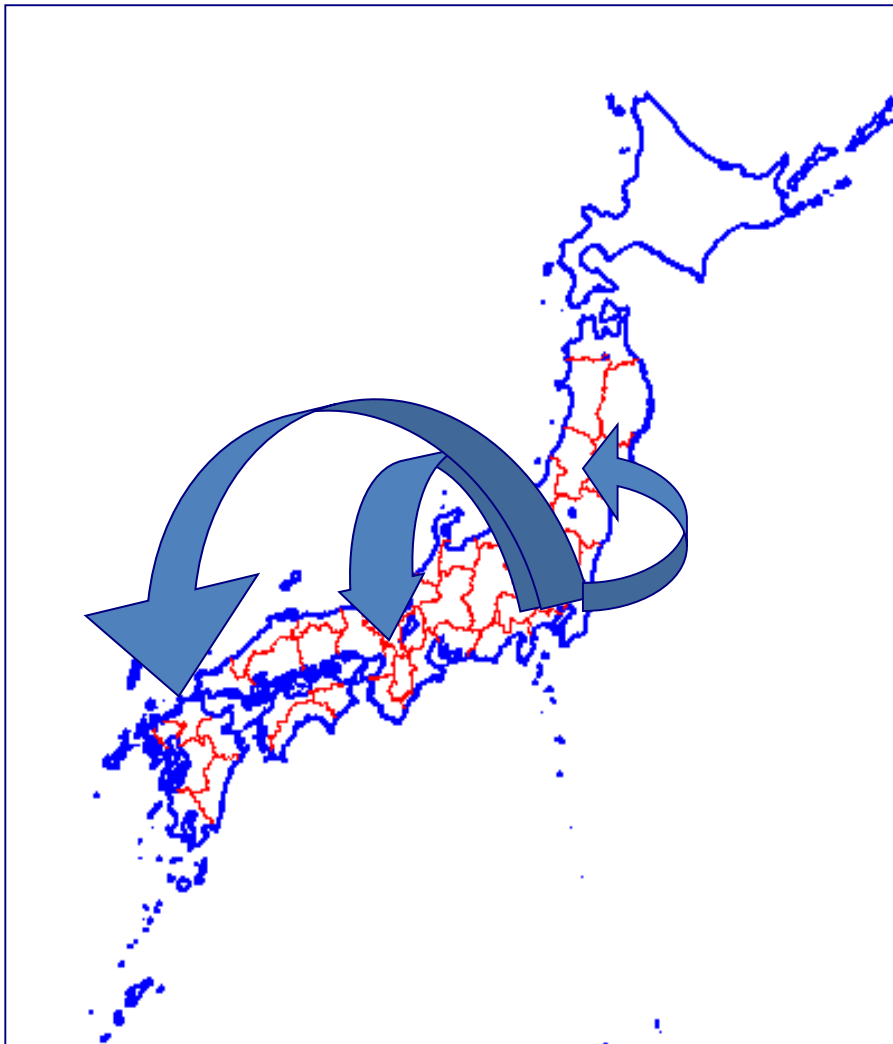
2003年(平成15年)10月頃から霞ヶ浦で養殖されていたマゴイに大量死が発生。被害はおよそ1,200トン。特定疾病に指定されるコイヘルペスウイルス(KHV)病であることが判明した。

コイヘルペスウイルス(Koi Herpesvirus:KHV)病



正常な鰓

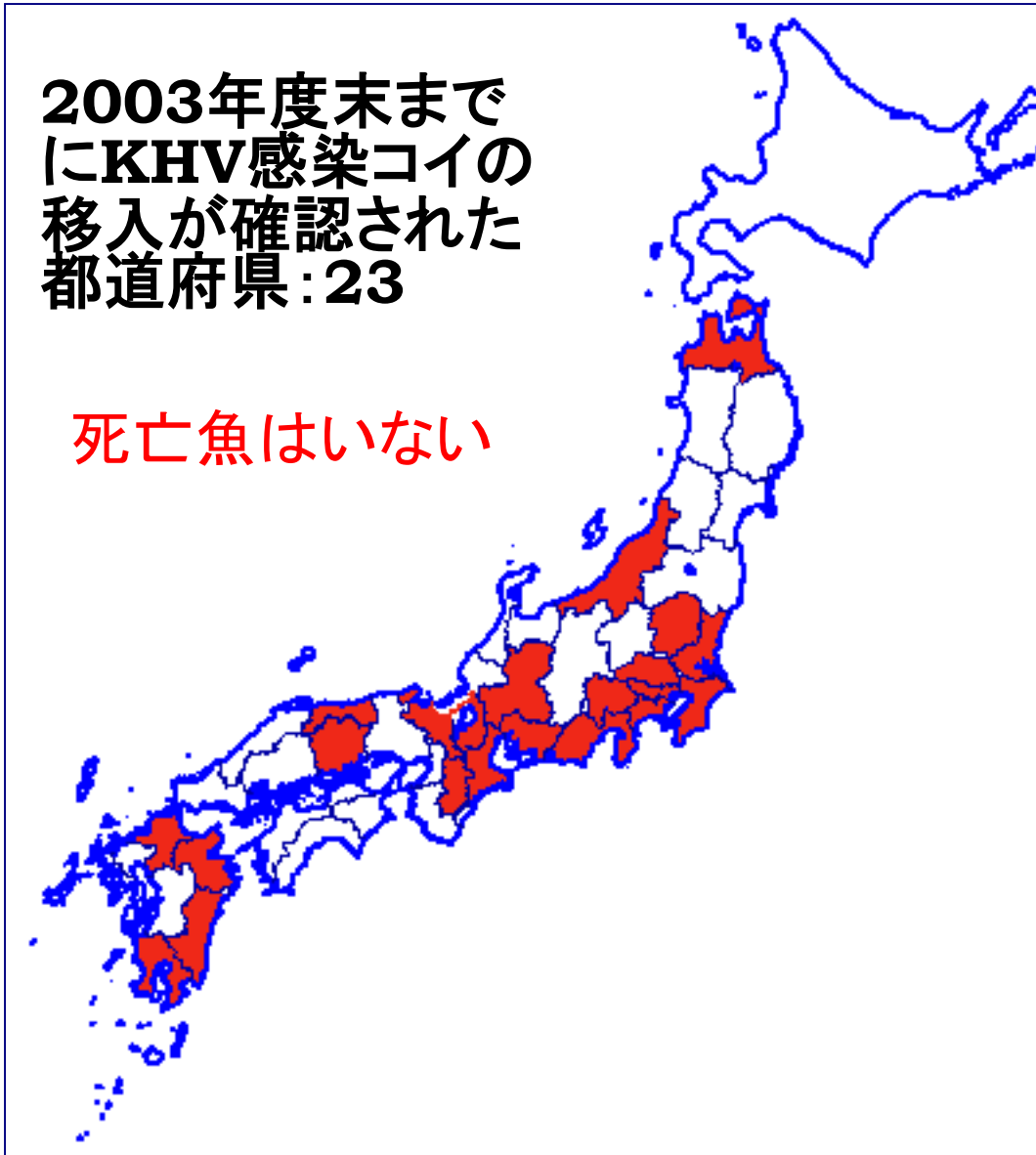
病魚は緩慢遊泳、摂餌不良、粘液異常分泌、目の落ちくぼみが見られる場合あるが、外観の特徴少なく、鰓のわずかな退色、部分的な壊死を示す。鰓組織はこん棒化と壊死。鰓の病変は、寄生虫や細菌の感染によっても変化。



2003年11月までにKHV感染に気がつかないまま、霞ヶ浦から感染魚が各地へ販売、活魚として移動された。

2003年度末まで
にKHV感染コイの
移入が確認された
都道府県:23

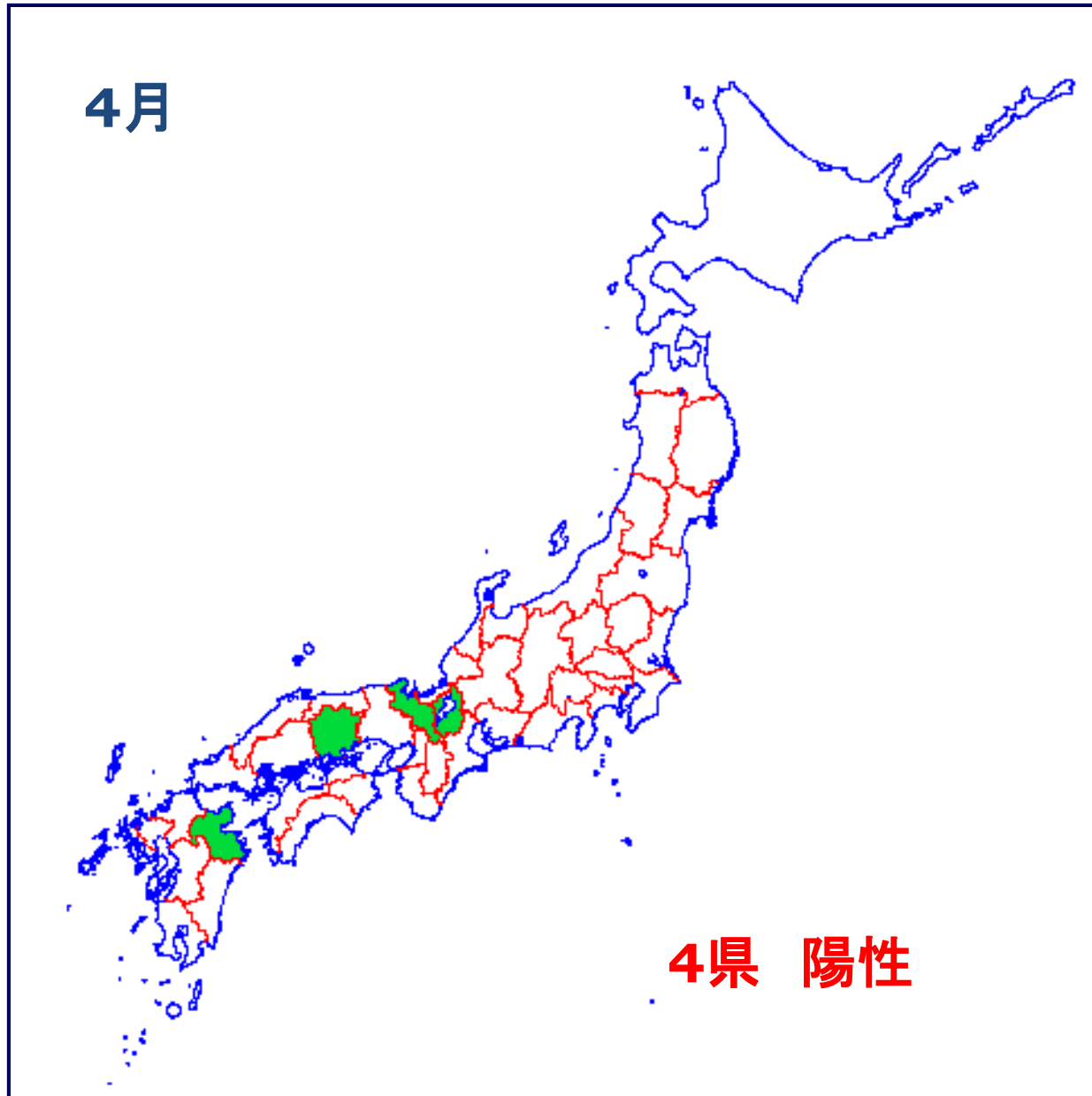
死亡魚はいない



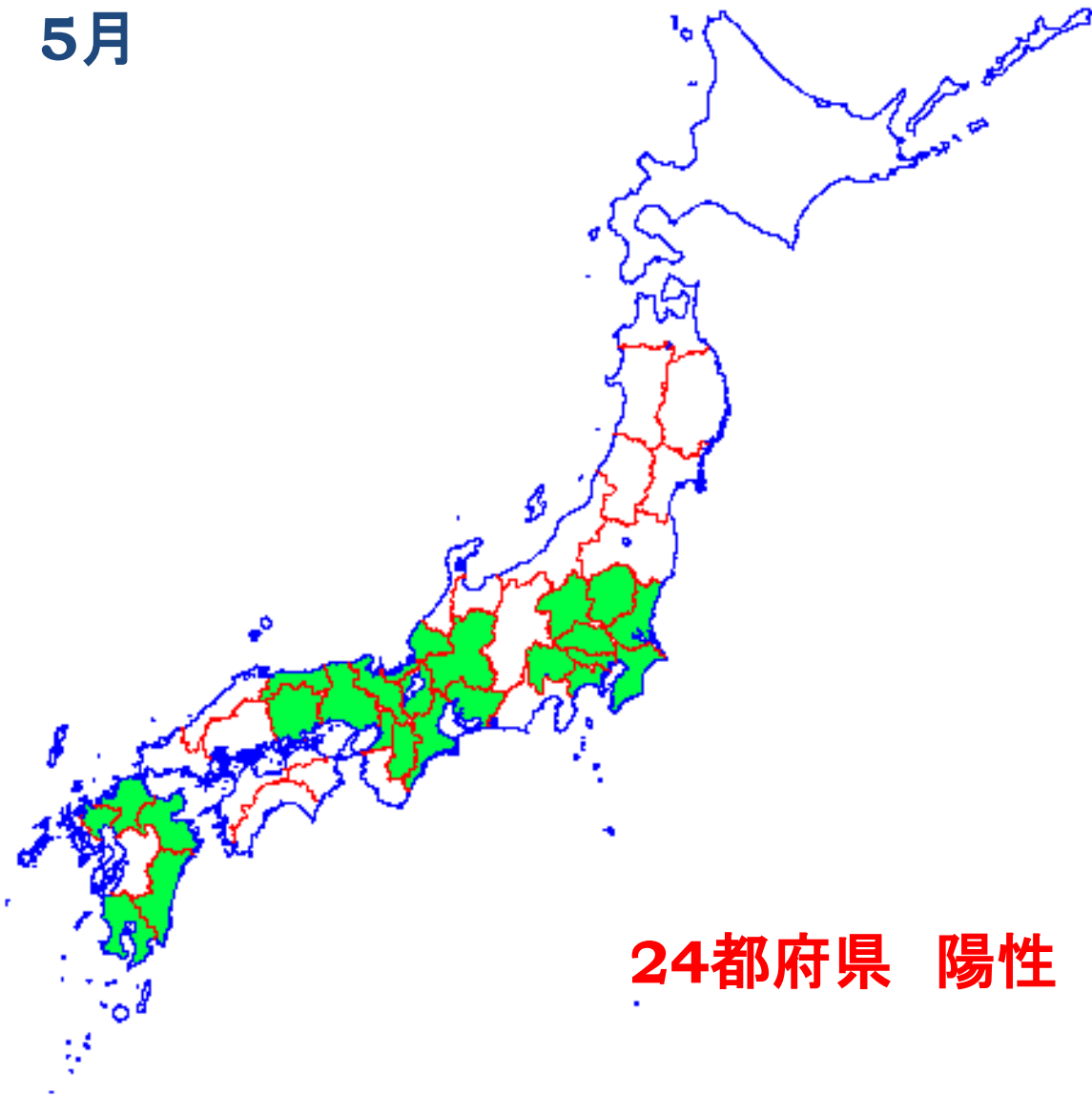
このまま発病しないであければ.....

翌2004年

4月

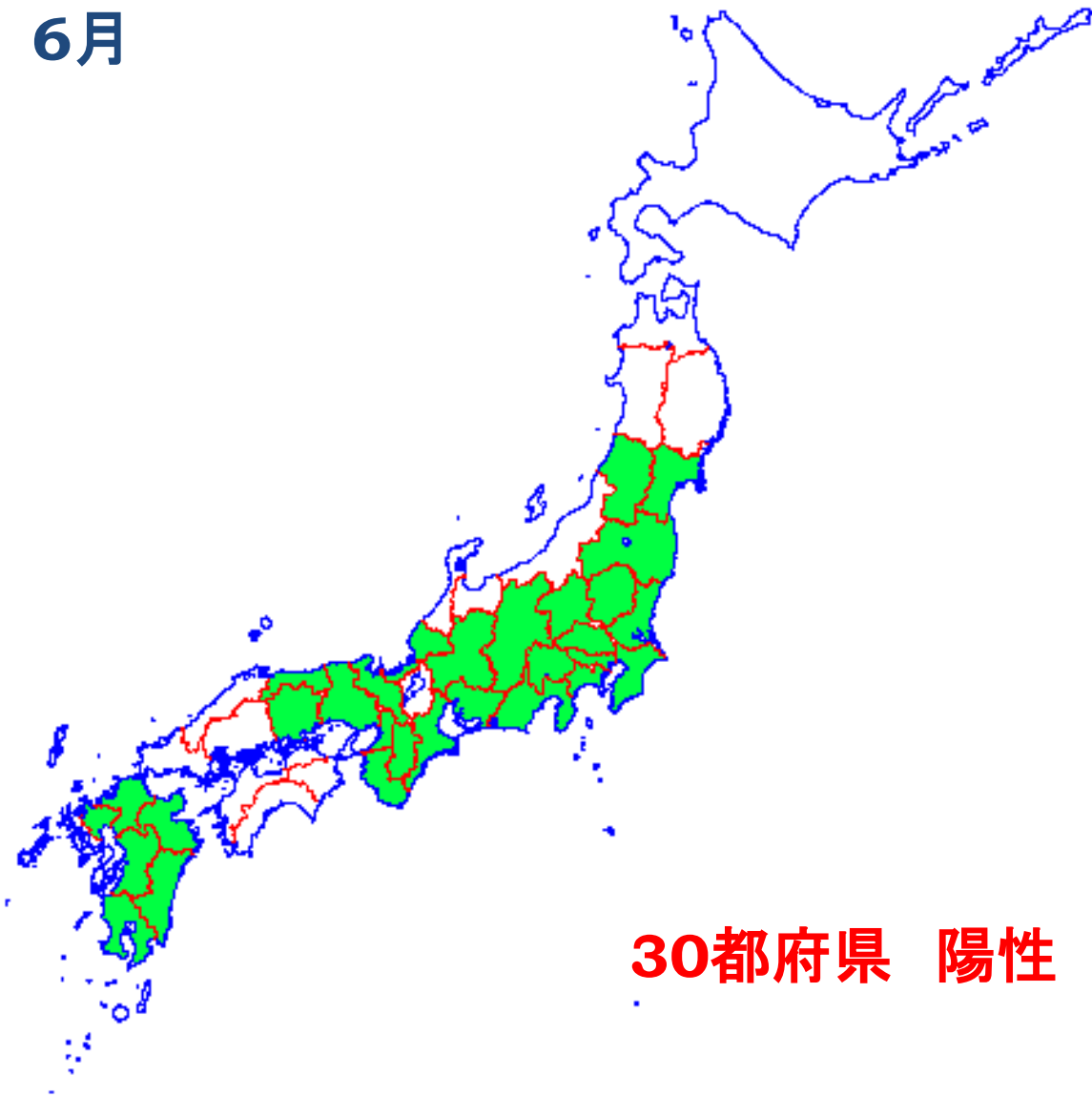


5月



24都府県 陽性

6月



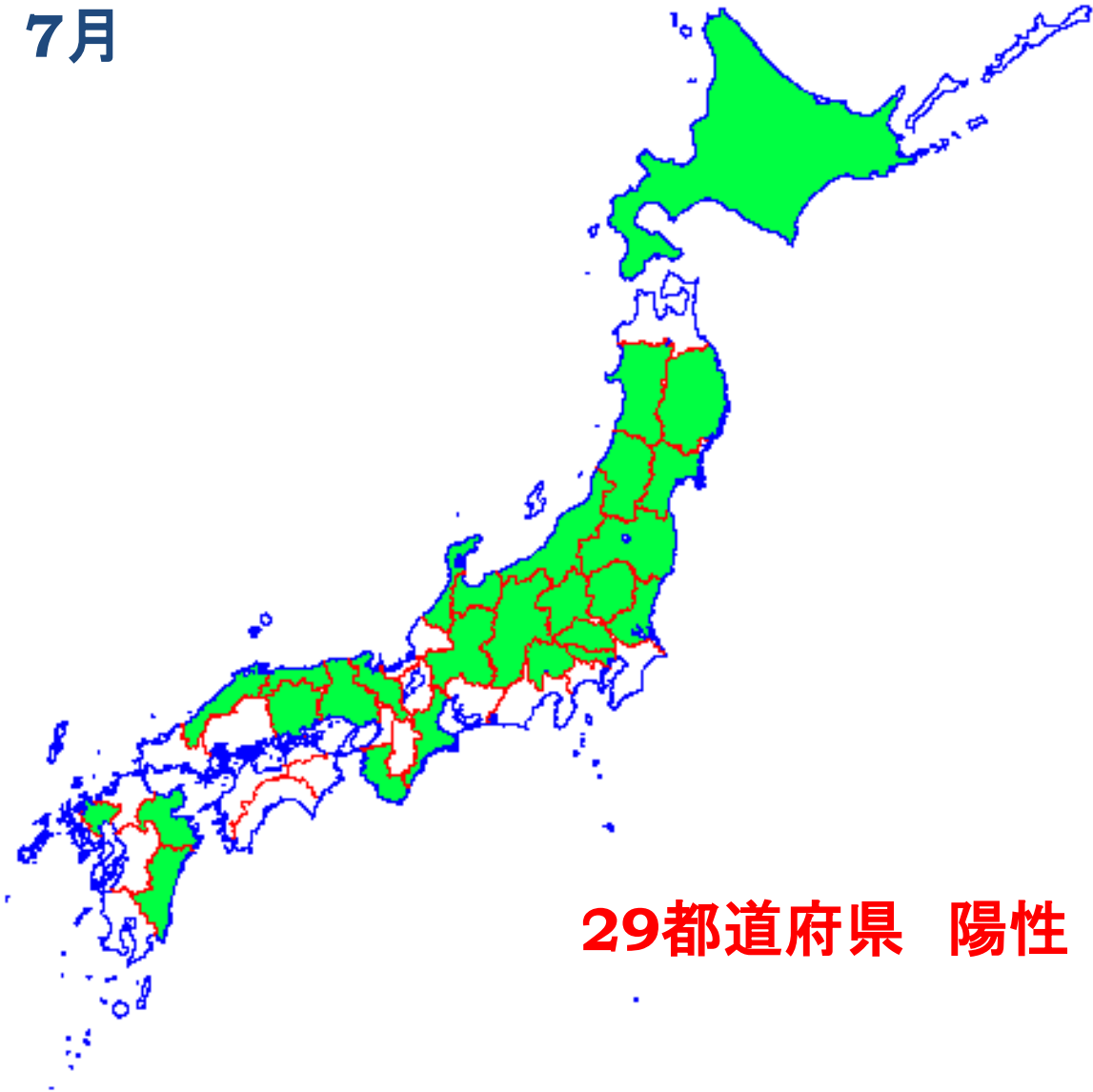
30都府県 陽性



琵琶湖では、天然コイ10万尾以上に及ぶ死亡が発生。推定で260tの被害、水系の50-70%のコイ資源に相当。

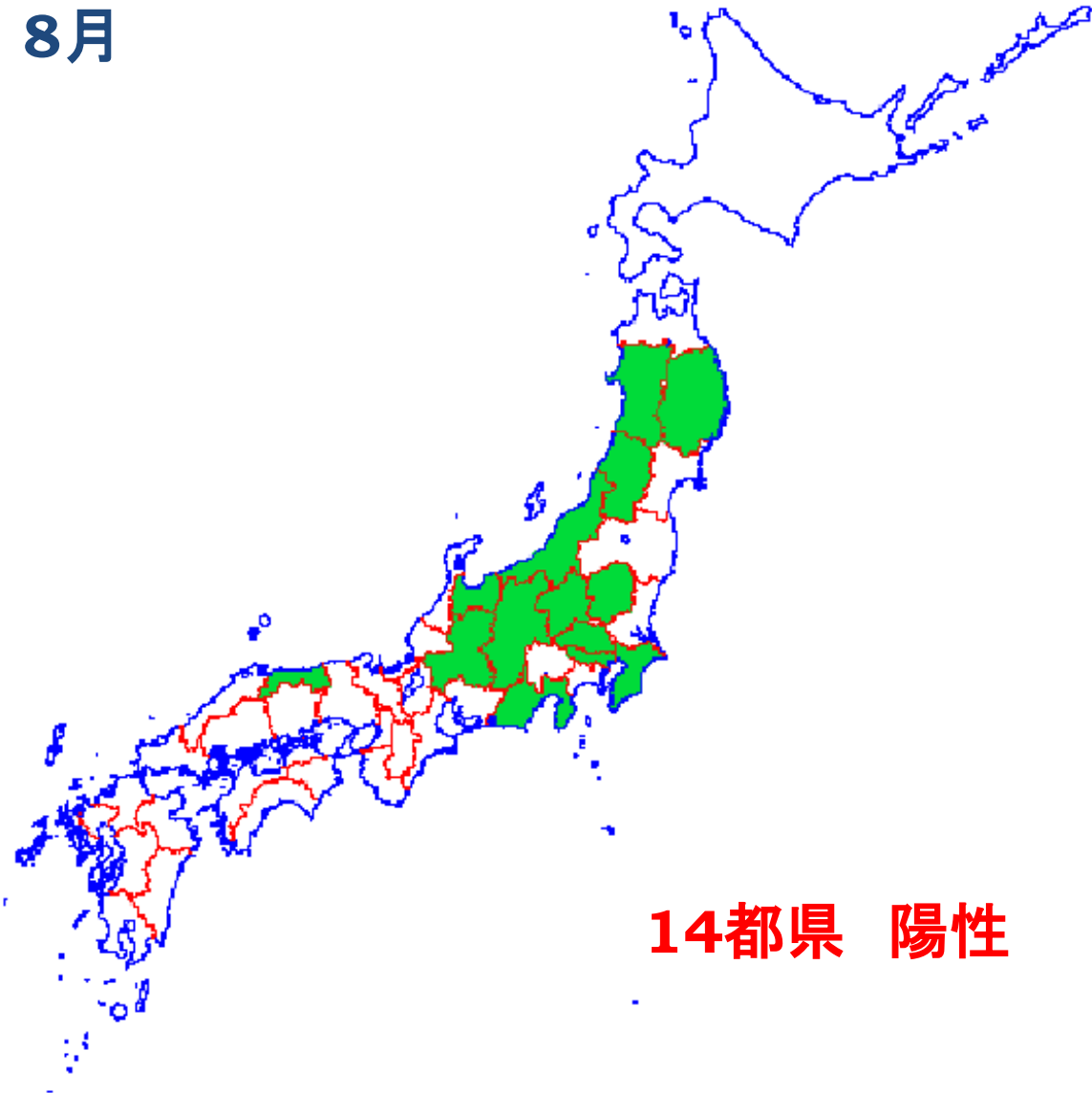
野鯉型が高い感受性を示し、死亡魚のほとんどは野鯉型

7月



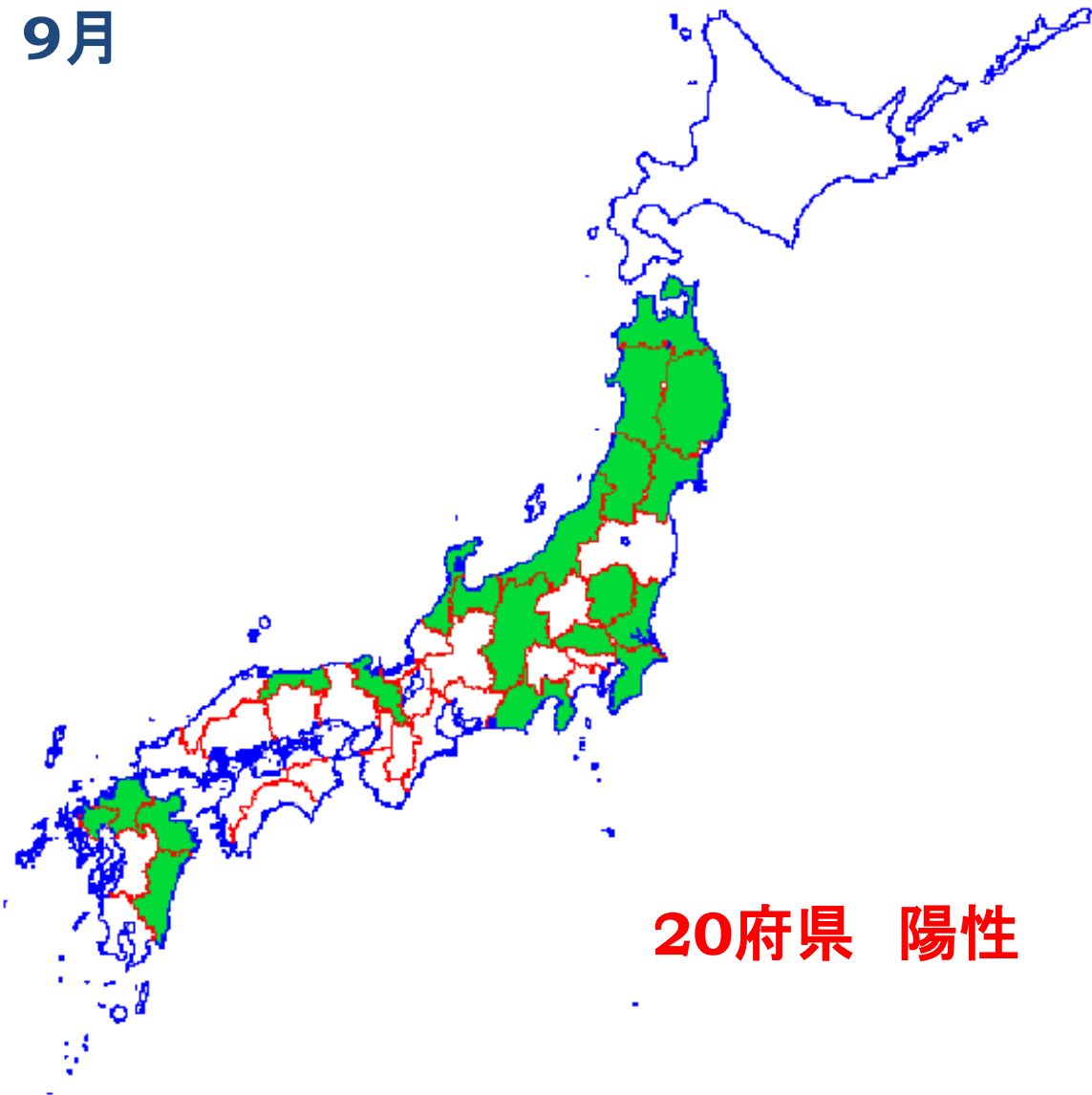
29都道府県 陽性

8月



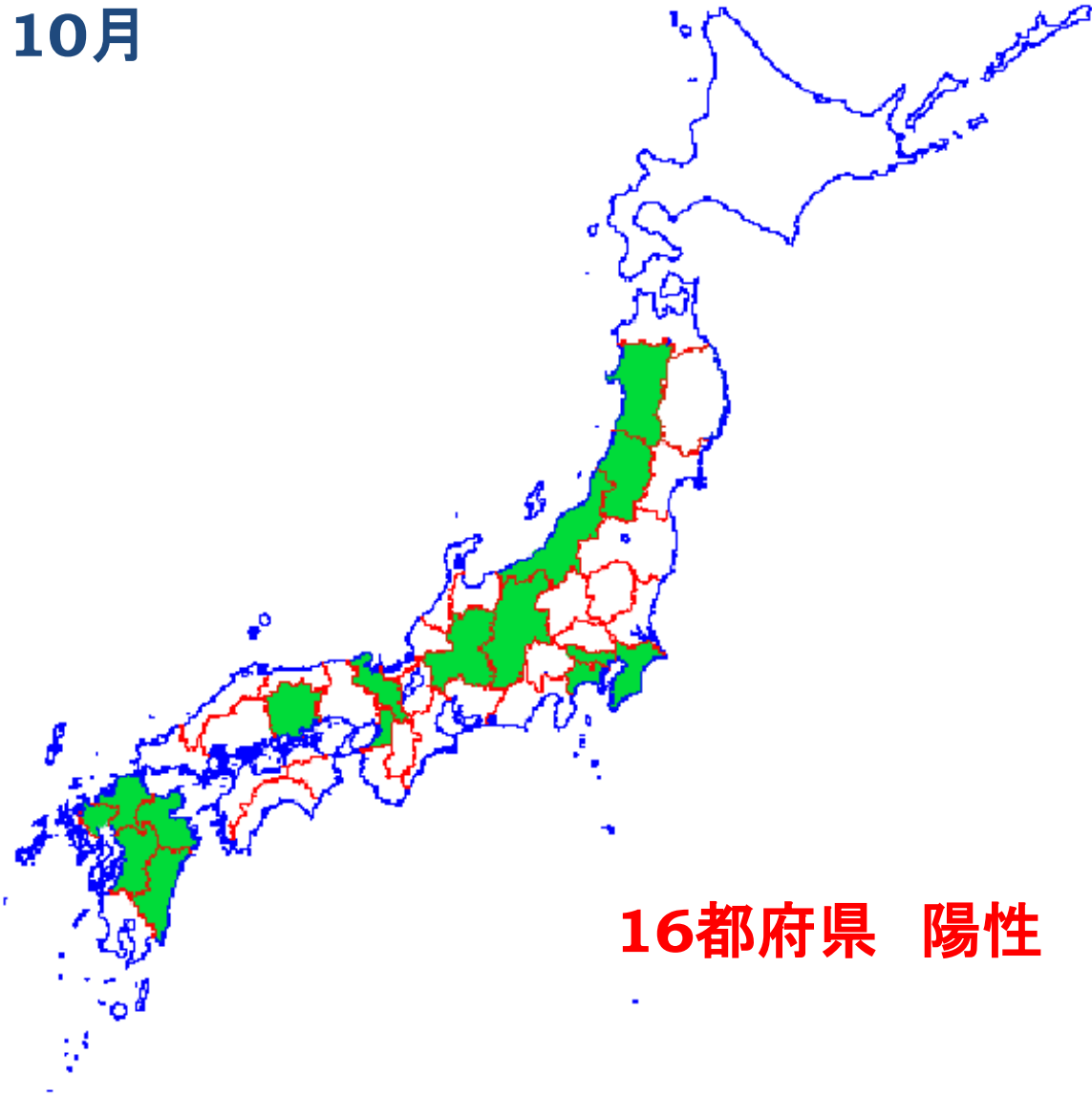
14都県 陽性

9月



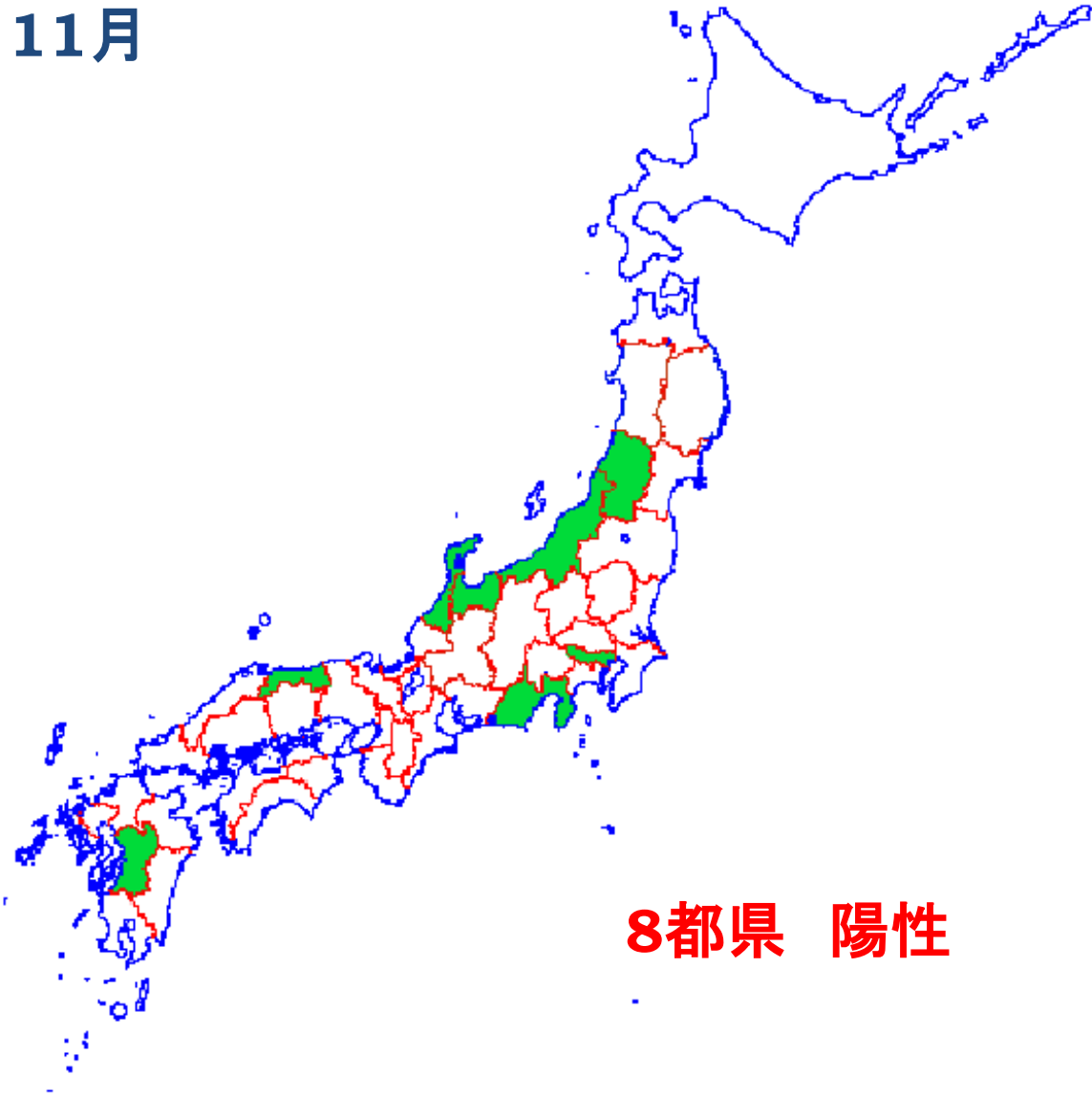
20府県 陽性

10月



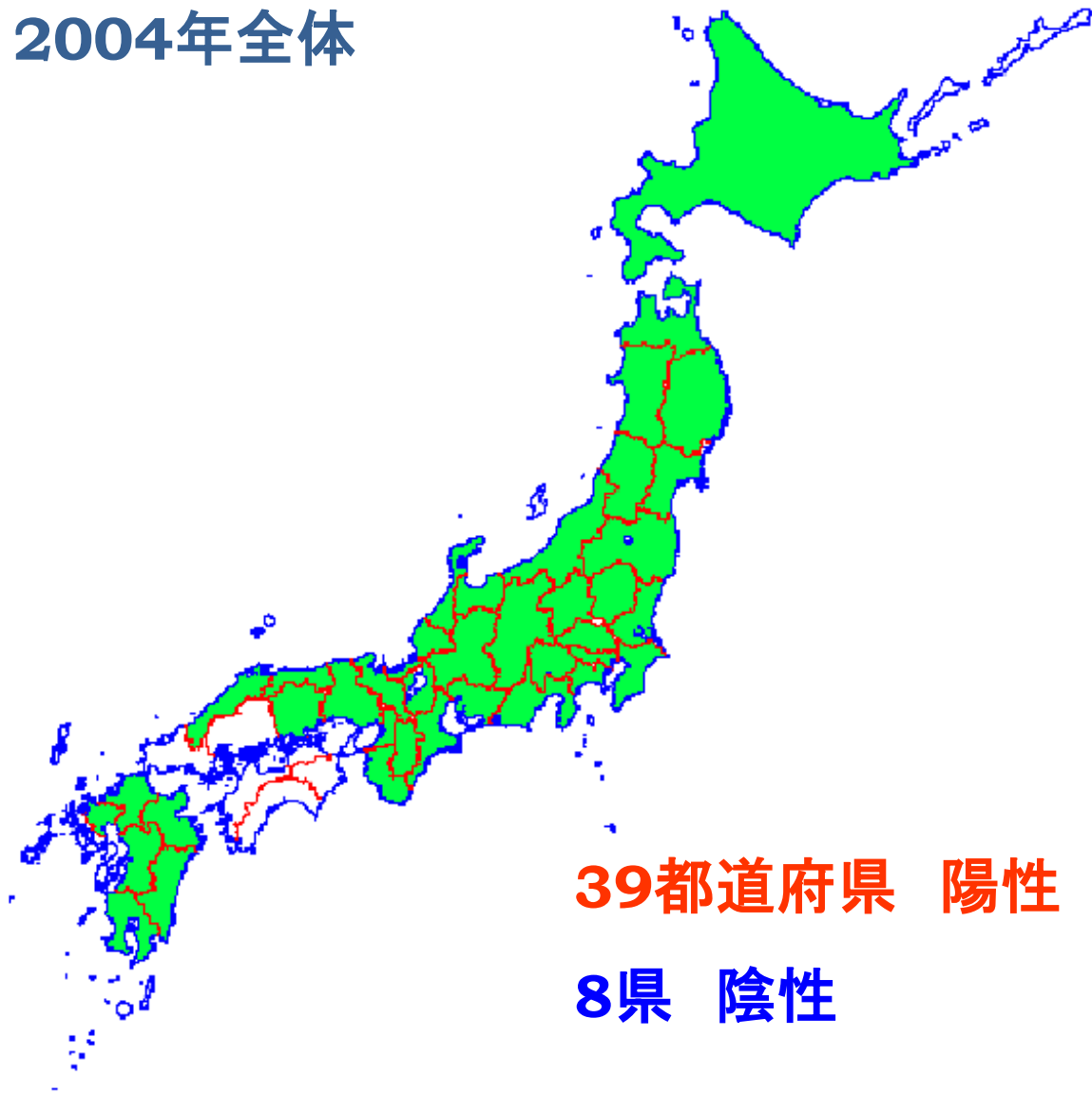
16都府県 陽性

11月



8都県 陽性

2004年全体



39都道府県 陽性

8県 陰性

実際に起こった伝播事例

前年に霞ヶ浦
感染魚を購入



食用コイ養殖場
用具の共用により
場内で感染拡大

販売



活魚レストラン

販売

近隣の養魚場



排水が河川に流入

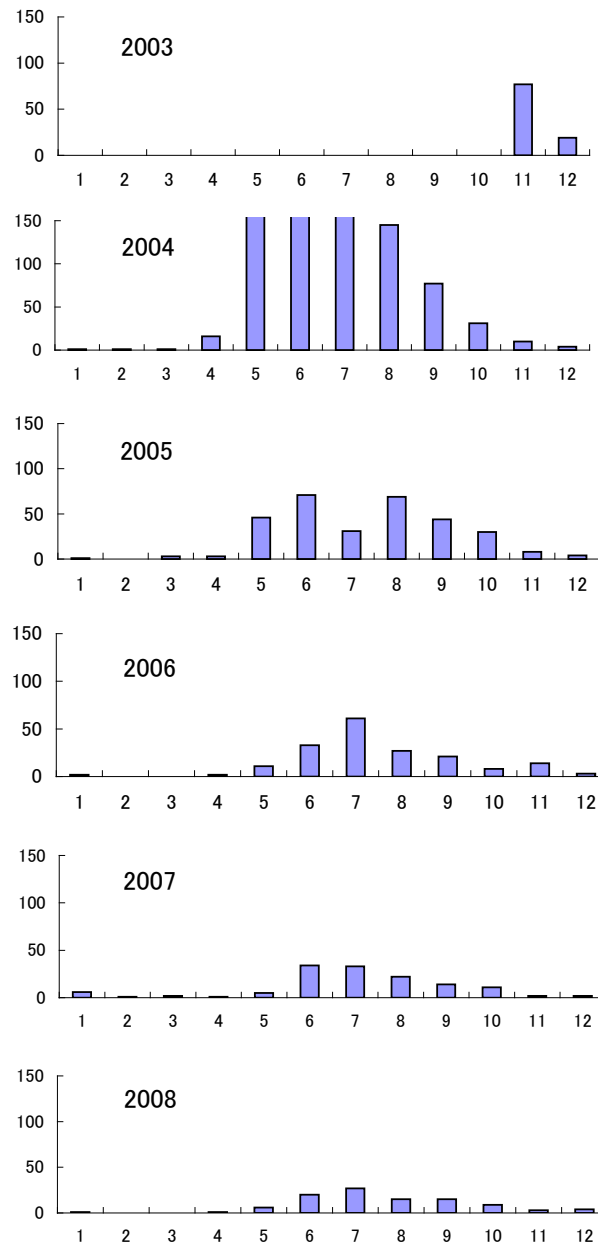


下流域で病魚発生

釣り人がつり
上げたコイを
自宅の池に入れ
る



池で死亡発生



持続的養殖生産
確保法に従って、
病魚を発見したら
処分していった。

年々減少

日本におけるKHV感染発生事例数

KHV病感染コイの発生状況総括表(～令和元年12月)

単位:件

発生時期	養殖場等							天然水域等					その他	合計	(参考) 発見都道府県数
	養殖場 (経営体数)	蓄養場	釣り堀	公園	個人池	小計	河川	湖沼	ため池	水路	小計				
H15年	12	(69)	12	26	2	13	65	25	2	1	1	29	2	96	22
H16年	38	(34)	10	17	60	436	561	230	16	32	71	349	0	910	39
H17年	30	(30)	2	1	13	186	232	57	3	11	7	78	0	310	41
H18年	30	(25)	5	1	8	95	139	32	3	1	7	43	0	182	38
H19年	20	(15)	3	1	14	76	114	11	0	3	5	19	0	133	30
H20年	15	(15)	0	0	6	52	73	16	4	5	3	28	0	101	29
H21年	12	(12)	0	0	8	43	63	11	1	0	0	12	0	75	27
H22年	2	(1)	0	0	8	26	36	4	1	0	2	7	0	43	17
H23年	4	(4)	0	1	2	20	27	4	0	1	0	5	0	32	16
H24年	13	(13)	2	1	2	44	62	6	1	0	1	8	0	70	14
H25年	8	(6)	0	0	1	13	22	3	0	1	0	4	0	26	12
H26年	7	(4)	0	0	3	23	33	1	0	1	1	3	1	37	12
H27年	3	(3)	1	0	3	6	13	3	0	0	1	4	0	17	11
H28年	5	(5)	0	0	2	11	18	2	0	0	1	3	0	21	19
H29年	4	(4)	0	0	3	18	25	3	0	3	0	6	0	31	26
H30年	6	(6)	0	0	2	33	41	1	0	0	0	1	0	42	18
H31.1	1	(1)	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	4	3
2	3	(3)	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	4	3
3	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	(0)	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2
R1.5	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	(0)	0	0	1	6	7	1	0	0	0	1	0	8	6
7	0	(0)	0	0	0	3	3	1	0	0	0	1	0	4	4
8	0	(0)	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
9	0	(0)	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	3	2
10	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	(0)	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
12	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
令和元年合計	4	(4)	0	0	2	19	25	2	0	0	0	2	0	27	13
平成15年から令和元年の合計	213	(250)	35	48	139	1114	1549	411	31	59	100	601	3	2153	-

年々減少

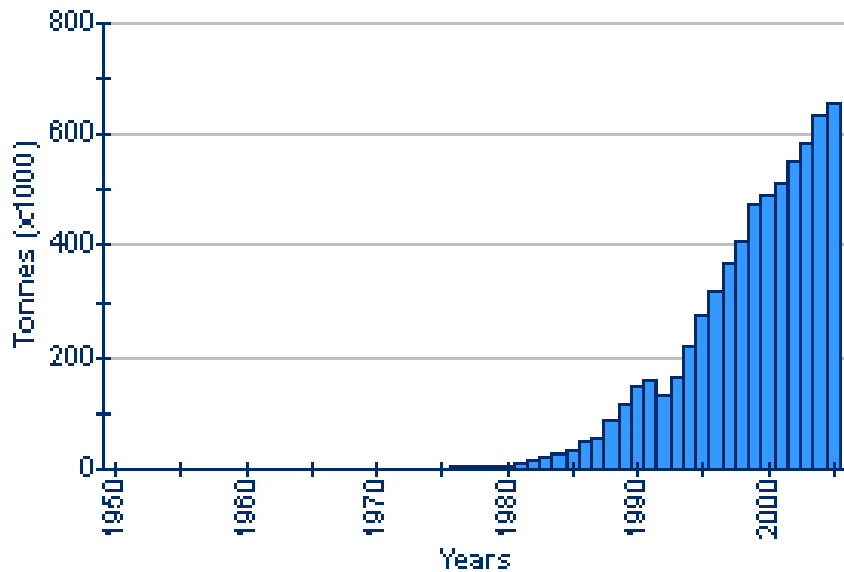
魚貝類疾病の防疫体制の強化

2016年(平成28年)7月から体制強化(省令改正)

- 水産資源保護法および持続的養殖生産確保法
対象 水生生物8種11疾病 → 21種24疾病へ

農林水産省 消費・安全局HP参照

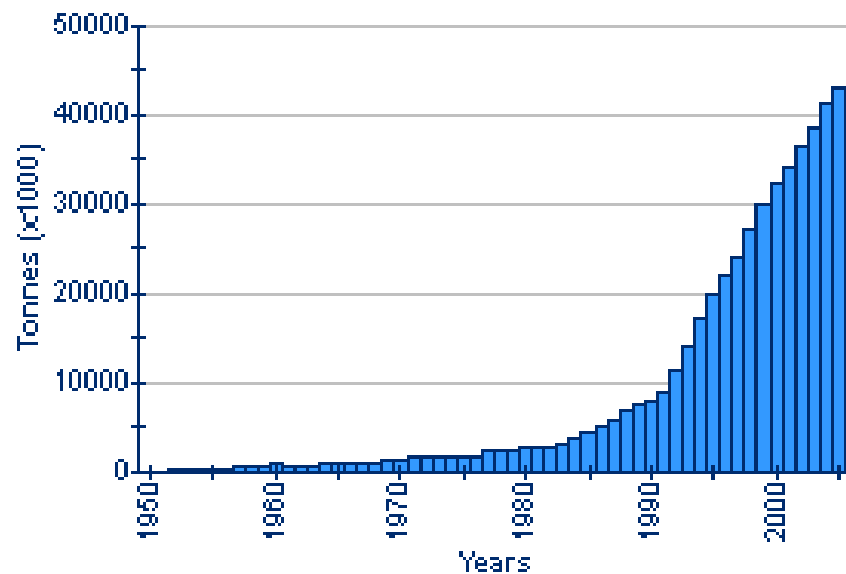
https://www.maff.go.jp/j/syouan/suisan/suisan_yobo/attach/pdf/index-5.pdf



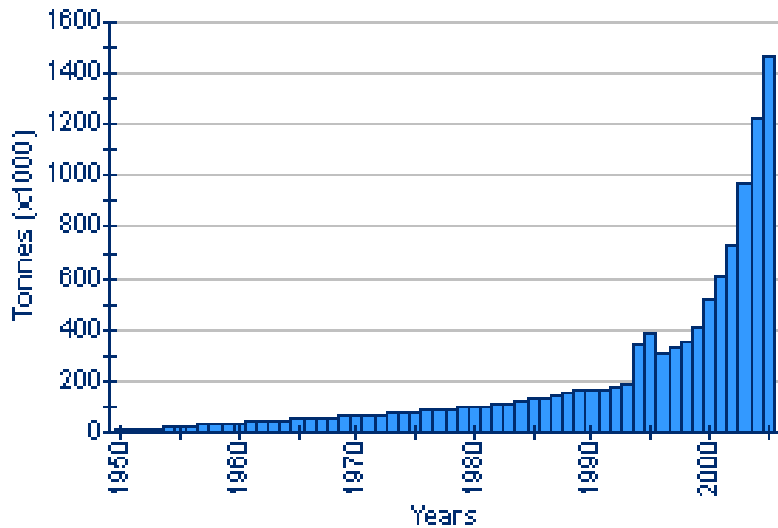
**ノルウェーにおける養殖生産量
(FAO統計)**

淡水魚(コイ・フナ類)を中心に

**タイセイヨウサケ(サーモン)・
海産ニジマス(トラウトサーモン)
の成功**



中国における養殖生産量(FAO統計)

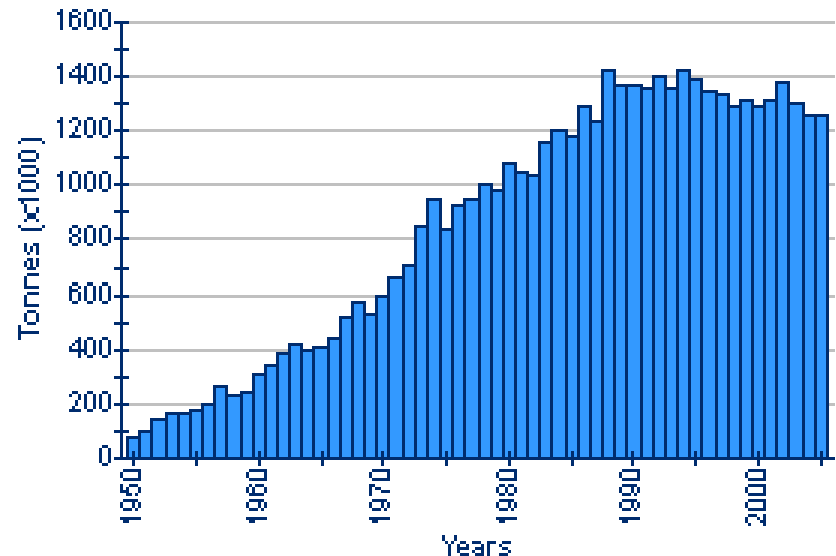


ベトナムにおける養殖生産量
(FAO統計)

横ばいが続く
儲からない？ 3K職業？

世界の養殖産業は急成長しているのに...

エビ類とナマズ類の成功



日本における養殖生産量(FAO統計)

防疫の3つのポイントの実践・研究開発で魚病被害軽減

次世代に引き継がれる安定した魅力ある養殖業に



ご清聴ありがとうございました！