

天然魚にコイヘルペスウイルス病が発生した水域における 網いけす養殖コイへの感染

荒井将人・野内孝則・高島葉二*¹

Infection of Koi Herpesvirus (KHV) in Cultured Carp in Infected Zone of KHV

Masahito ARAI, Takanori YANAI and Yoji TAKASHIMA *¹

Key Words : Carp, Koi Herpesvirus, KHV, Kasumigaura, Kitaura

はじめに

2003年10月に霞ヶ浦北浦において発生した養殖コイのへい死は、全国の過半数の養殖コイを生産していた霞ヶ浦北浦の網いけす養殖業に甚大な被害をもたらした。その後の研究により、このコイのへい死はコイヘルペスウイルス(以下「KHV」という)病によるものと診断された(Sano *et al.*, 2004)。本疾病は「持続的養殖生産確保法」の「特定疾病」に指定されており、病気のまん延防止の措置を講じる必要がある。このため、霞ヶ浦北浦の網いけすで養殖されていたコイは2004年1月20日から3月30日までに全て処分された(高島ら, 2004)。

しかし、KHV病発生後に行ったモニタリング調査では、霞ヶ浦北浦に生息している天然コイからPCR検査でKHVの遺伝子が検出され、網いけすで養殖されていたコイの処分後も湖内にKHVが存在していることが確認された(荒井ら, 2006)。このため、現在なお霞ヶ浦北浦湖内における網いけす養殖は休止状態が継続し、伝統的なコイ食文化は危機的状況になっている。

本研究では天然コイにKHVの保有が確認された霞ヶ浦北浦において、コイ養殖の可能性を検討するため、湖内の網いけすにおいて健康魚(KHV病未感染魚)を飼育し、KHV病発生の有無と死亡状況を調査した。この結果、若干の知見を得たので報告する。

方 法

飼育試験は茨城県内水面水産試験場(以下「内水試」)の網いけす1面及び養殖業者の網いけす3面の計4面を使用して行った(図1)。

また、供試魚のPCR検査におけるプライマーセット及びPCR反応プログラムは2004年10月11日まではGray *et al.*(2002) 2004年10月12日以降はYuasa *et al.*(2005)に従い、検査部位は鰓(冷凍)とした。

(1) 内水試における網いけす飼育試験

内水試の試験用棧橋に設置した網いけす1面(3×3×2m)を使用し、2004年4月14日から2006年4月4日ま

で実施した。試験魚は2001年度に内水試で生産し、2002年から地下水で飼育していたコイ150尾(42.6kg, 平均284g)を収容した(表1)。試験魚は、同一ロットのコイ25尾をPCR検査して陰性であることを確認した。休日を除く毎日、試験魚の行動観察と水温測定を行い、異常魚や死亡魚が確認された場合は取り上げてPCR検査を行った。また、2004年8月26日、10月1日、12月24日に試験魚を全数取り上げ、残存尾数の計数及び総重量の測定を行い、試験魚(生きているコイ)10~20尾の鰓の一部を採取しPCR検査を行った。この他に12月24日の調査では、(独)水産総合研究センター養殖研究所病害防除部に依頼し、試験魚10尾についてELISA法(Adkison *et al.*, 2005)による血中KHV抗体の測定を行った。なお、PCR検査用サンプル採取及び血液採取は試験魚を殺さずに行い、サンプル採取後の試験魚は網いけすに再収容した。

(2) 網いけす漁場における飼育試験

本試験は、かすみがうら市漁協(旧:霞ヶ浦町漁協)、玉造漁協、きたうら広域漁協と共同で行った。霞ヶ浦2箇所(かすみがうら市:第1種区画漁業権漁場 霞北区第12号, 行方市(旧:玉造町):霞北区第25号)及び北浦1箇所(鉾田市(旧:大洋村):霞北区第48号)の養殖漁場において、養殖業者の網いけす(5×5×2.5m)各1面(計3面)を使用し、2004年6月28日から2006年2月6日までの期間実施した。試験魚は熊本県の業者が生産した健康コイ(平均体重65g)を用いた。試験魚については、同一ロットのコイ169尾をPCR検査して陰性であることを確認した後用いた。試験魚は網いけす1面あたり600尾又は700尾を計数し収容した(表2)。

試験には市販の鯉成魚用飼料を用いた。網いけすへの給餌や試験魚の行動観察、水温測定等の飼育管理は養殖業者が行い、飼育状況を記録し、試験魚に異常が認められた場合は内水試に報告することとした。なお、飼育日誌には浮遊している死魚の尾数を記録したが、天候等により回収ができないことがあったため、死亡尾数については回収できなかったものを集計した。

内水試では、養殖業者から異常等の報告を受た場合に

*¹ 茨城県水産試験場

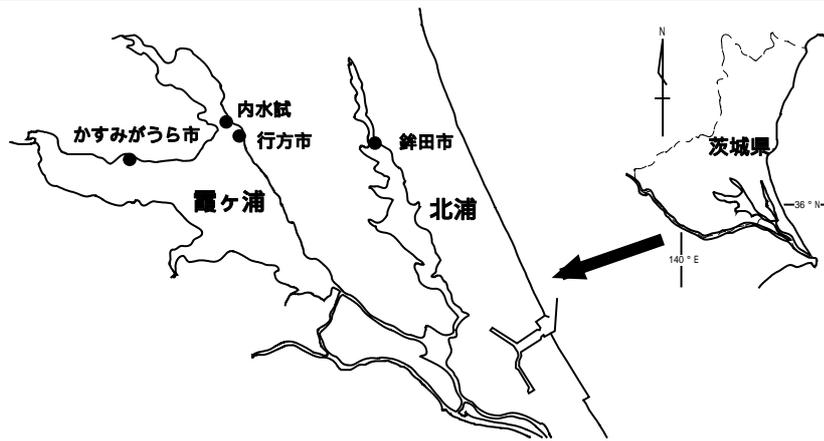


図1 調査地点 : 試験網いけす設置位置

表1 内水試における網いけす飼育試験 収容尾数等

試験区名	収容尾数	総重量(kg)	体重(g)	収容日
内水試	150	42.6	284	2004/4/14
計	150	42.6	284	

試験魚：内水試生産の健康魚

表2 網いけす漁場における飼育試験 収容尾数等

試験区名	収容尾数	総重量(kg)	体重(g)	収容日
かすみがうら市	600	41.7	69.4	2004/6/28
行方市	700	41.0	58.6	2004/6/28
鉾田市	700	46.5	66.4	2004/6/28
計	2,000	129.2	64.6	

試験魚：熊本県業者生産の健康魚

死亡魚の PCR 検査等の調査を行ったほか、2004 年 9 月～11 月及び 2005 年 4 月～10 月の期間、毎月試験魚を取り上げて成長及び推定生残尾数を調査し、併せて KHV 病の発生が未確認の網いけすについては試験魚 5 尾ずつを PCR 検査した。推定生残尾数は、試験魚の総重量と取り上げ重量 20kg 当たりの尾数から算出した。また、取り上げ測定時に採集した死亡魚について PCR 検査を行った。

また、かすみがうら市及び行方市の試験区においては、内水試網いけすにおける飼育試験と同様に、養殖研究所に依頼し 2004 年 12 月 24 日に試験魚各 10 尾について血中 KHV 抗体の測定を行った。

結 果

(1) 内水試における網いけす飼育試験

試験魚の死亡状況及び PCR 検査結果を表 3 に示した。

2004 年 4 月 14 日の試験開始後、同年 5 月 6 日から 7 月 22 日までに 9 尾が死亡し、8 尾を PCR 検査したところ、

表3 内水試における網いけす飼育試験結果(1)
死亡状況及び PCR 検査結果

月日	死亡 個体数	検査数	PCR結果	
			陰性	陽性
2004/5/6	1	0		
5/18	1	1	1	
6/10	1	1	1	
6/15	1	1	1	
6/17	3	3	3	
6/22	1	1	1	
7/22	1	1	1	
9/9	1	1		1
9/14	1	1		1
9/15	2	2		2
9/21	35	20	1	19
9/22	7	7		7
9/24	5	5		5
9/27	1	1	1	
9/29	1	1	1	
計	62	46	11	35

2004 年 9 月 30 日以降、死亡魚確認なし

全て陰性であった。同年 8 月中は死亡魚は見られなかったが、9 月 9 日から死亡が生じ、9 月 29 日までに 53 尾が死亡した。死亡魚には、体表のスレ、眼球の落ち窪み、鰓ぐされ等の症状が観察され、38 尾を PCR 検査したところ 35 尾が陽性となり、KHV 病の発生が確認された。KHV 病によると思われる死亡率は KHV 病発生直前の生残尾数（134 尾、2004 年 8 月 26 日測定）に対して約 40% であった。死亡は 2004 年 9 月末までに終息し、10 月以降死亡は確認されなかった。

試験開始時から 2005 年 4 月までの飼育水温と累積死亡率を図 2 に示した。KHV 病発生時の水温は 25.8～22.3（2004 年 9 月 9 日～29 日）で、日間死亡尾数が最も多かった 2004 年 9 月 21 日は 25.1 であった。

取り上げ調査結果及び試験魚の PCR 検査結果を表 4 に示した。試験魚は、試験開始時に平均体重 284g であったものが、試験終了時（約 2 年後）には 2,757g に成長した。

表 4 内水試における飼網いけす育試験結果(2)
取り上げ調査及び試験魚の PCR 検査結果

月日	総重量(kg)	体重(g)	個体数	検査数 (生魚)	PCR結果		備考
					陰性	陽性	
2004/4/14	42.6	284	150				収容時
8/26	106.0	791	134	11	11		
10/1	81.0	1,013	80	20	12	8	
12/24	96.7	1,209	80	10	10		抗体価測定
2006/4/4	204.0	2,757	74	-	-	-	終了
計				41	33	8	

PCR 検査は試験魚を殺さず、鰓の一部を採取して行った。個体数は全て実測値

また、試験終了時の取り上げ尾数は 74 尾であり、収容時からの生残率は約 49% (死亡率 51%) であった。試験魚の PCR 検査結果は、KHV 病による死亡が生じる前の 2004 年 8 月 26 日には 11 尾検査し全て陰性、KHV 病発生直後の 2004 年 10 月 1 日では 20 尾中 8 尾が陽性、KHV 病発生 3 ヶ月後の 2004 年 12 月 24 日の調査では 10 尾検査し全て陰性であった。

(2) 網いけす漁場における飼育試験

試験魚の死亡確認状況及び PCR 検査結果を表 5 に、取り上げ調査結果及び試験魚の PCR 検査結果を表 6 に示した。

かすみがうら市

試験開始後、2004 年 7 月 26 日までに 3 尾の死亡を確認したが、腐敗のため PCR 検査は不能であった。その後 9 月末まで死亡はなかったが、10 月 4 日に 6 尾の死亡を確認した。死亡魚には、体表のスレ、眼球の落ち窪み、鰓ぐされ等の症状が観察され、3 尾を PCR 検査したところ全て KHV 陽性であった。その後、10 月 5 日～22 日に 174 尾が死亡し、20 尾を PCR 検査し 19 尾が陽性であった。KHV 病によると考えられる死亡率は KHV 病発生時の推定生残尾数(522 尾, 2004 年 10 月 4 日における測定尾数 542 尾からサンプリング 20 尾を除く)に対して約 35% (180 尾) であった。死亡は 10 月下旬まで続き、KHV 病発生時期の水温は、21.2～17.4 (2004 年 10 月 4 日～23 日) であった。2004 年 11 月以降の死亡確認状況は、2004 年 11 月 2 日に 1 尾、11 月 10 日に 8 尾、11 月 18 日に 1 尾、12 月 24 日に 1 尾、2005 年 4 月 20 日に 5 尾、5 月 26 日に 1 尾の計 17 尾であった。死亡魚のうち 6 尾を PCR 検査したところ全て陰性であった。

取り上げ調査の結果、試験魚の平均体重は、試験開始時に 41.7g であったものが、試験終了時(約 1 年 6 ヶ月後)には 1,595g となり、食用サイズにまで成長した。また、試験終了時の取り上げ尾数は 232 尾であり、収容尾数からサンプリング尾数(77 尾)を除いた生残率は約 44% (死亡率 56%) であった。

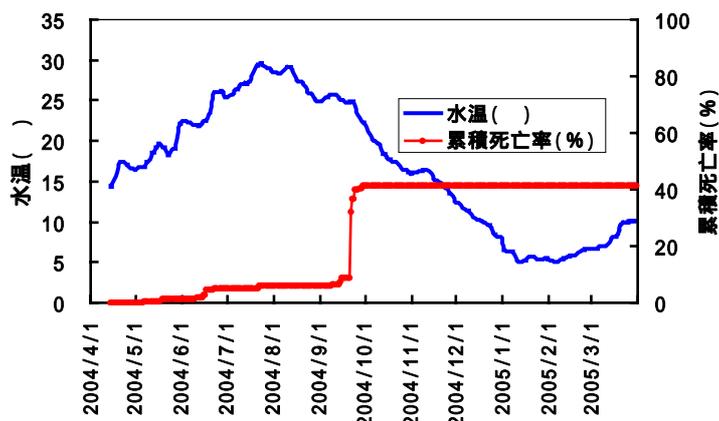


図 2 内水試における網いけす飼育試験結果(3)
水溫及び累積死亡率

銚田市

2004 年 7 月 9 日までに 7 尾の死亡を確認したが、5 尾を PCR 検査し全て陰性であった。また、9 月 1 日に 3 尾の死亡を確認したが、腐敗のため PCR 検査は不能であった。その後、10 月 15 日から死亡が生じ、10 月 27 日の調査で 67 尾の死亡を確認した。死亡魚には体表のスレ、眼球の落ち窪み、鰓ぐされ等の症状が観察され、6 尾を PCR 検査したところ全て陽性であった。死亡は 11 月上旬には終息し、11 月中旬以降の死亡魚の確認状況は、2005 年 3 月 18 日に 1 尾、4 月 20 日に 8 尾、5 月 25 日に 2 尾、6 月 24 日に 2 尾の計 13 尾であった。このうち 4 尾を PCR 検査したところ、2005 年 4 月 20 日に検査した 2 尾中 1 尾が陽性であった。

取り上げ調査結果について、試験魚は、試験開始時に平均体重 46.5g であったものが、試験終了時(約 1 年 7 ヶ月後)までに 559g に成長した。また、試験終了時の取り上げ尾数は 94 尾であった。なお、本試験区については、2004 年 6 月 28 日に 700 尾を収容し、同年 9 月 1 日の取り上げ調査までの死亡確認尾数は 10 尾であり、推定生残尾数は 250 尾であった。

行方市

内水試及び他の養殖漁場の試験区において試験開始後

3~5 ヶ月で KHV 病が発生したのに対し、本試験区においては、試験を開始した 2004 年中に大量の死亡は確認されず、確認した死亡尾数は計 24 尾であった。また、死亡魚 10 尾及び試験魚 50 尾の PCR 検査結果も全て陰性であった。

2005 年は 4~6 月までに 14 尾の死亡を確認したが、6 尾を PCR 検査し全て陰性であった。しかし、その後 7 月 1 日から死亡が生じ、7 月 13 日の調査で 46 尾の死亡魚が確認された。死亡魚 5 尾を PCR 検査したところ全て陽性であり、収容後約 1 年を経過して KHV 病の発生が確認された。KHV 病によると考えられる死亡率は、KHV 病発

生前の推定生残尾数(443 尾, 2005 年 6 月 21 日における測定尾数 448 尾からサンプリング 5 尾を除く)に対して約 10%であった。また、7 月中旬以降死亡魚は確認されず、KHV 病発生時期の水温は、23.8~26.0 (2005 年 7 月 1 日~13 日)であった。

取り上げ調査の結果について、試験魚の平均体重は、試験開始時に 41.0g であったものが、試験終了時(約 1 年 7 ヶ月後)には 2,139g となり、食用サイズにまで成長した。また、試験終了時の取り上げ尾数は 346 尾であり、収容尾数からサンプリング尾数(98 尾)を除いた生残率は約 58%(死亡率 42%)であった。

表 5 網いけす漁場における飼育試験結果(1)
死亡確認状況及び PCR 検査結果

地区名	かずみがうら市				行方市				銚田市				
	年月日	死亡数	検査数	PCR結果		死亡数	検査数	PCR結果		死亡数	検査数	PCR結果	
				陰性	陽性			陰性	陽性			陰性	陽性
2004/7/1					1	0							
7/3	1	0			1	0							
7/5									2	2	2	0	
7/7									3	1	1	0	
7/8									1	1	1	0	
7/9									1	1	1	0	
7/12					1	0							
7/13	1	0											
7/21					1	0							
7/26	1	0											
7/28					2	2	2	0					
8/14					1	0							
8/19					1	0							
8/30					1	0							
9/1									3	0			
9/6					1	0							
9/9					1	0							
9/18					1	0							
9/23					1	0							
10/4	6	3	0	3									
10/22	174	20	1	19									
10/25					1	0							
10/27									67	6	0	6	
11/2	1	0											
11/4									4	0			
11/9					4	4	4	0					
11/10	8	3	3	0					6	2	0	2	
11/18	1	0											
11/26					1	0							
12/24	1	1	1	0	5	4	4	0					
2005/3/18									1	1	1	0	
4/19					6	5	5	0					
4/20	5	2	2	0					8	2	1	1	
5/24					7	1	1	0					
5/25									2	1	1	0	
5/26	1	0											
6/21					1	0							
6/24									2	0			
7/13					46	5	0	5					
計	200	29	7	22	84	21	16	5	100	17	8	9	

死亡尾数については、回収したものを集計した。

表6 網いけす漁場における飼育試験結果(2)
取り上げ調査及び試験魚のPCR検査結果

かすみがうら市							
測定日	総重量(kg)	体重(g)	個体数 (計算上)	検査数 (生魚)	PCR検査結果		備 考
					陰性	陽性	
2004/6/28	69.4	41.7	600				収容時, 個体数実測
7/13	-	-	-	5	5		サンプリング20尾
7/26	-	-	-	5	5		
8/30	153.8	337	518	5	5		
10/4	211.0	398	542	5	5		へい死魚はPCR陽性, サンプリング20尾
11/10	120.0	417	288	5	3	2	
12/24	-	-	-	-	-	-	サンプリング10尾
2005/4/20	106.0	420	252	-	-	-	
5/26	101.5	404	251	-	-	-	
6/23	120.0	492	244	-	-	-	
7/21	174.0	702	247	-	-	-	
8/31	224.5	909	247	-	-	-	サンプリング12尾
10/18	300.0	1,400	214	-	-	-	
2006/1/12	370.0	1,595	232	-	-	-	終了, 個体数実測
計				25	23	2	サンプリング総尾数 77尾

行方市(玉造)							
測定日	総重量(kg)	体重(g)	個体数 (計算上)	検査数 (生魚)	PCR検査結果		備 考
					陰性	陽性	
2004/6/28	58.6	41.0	700				収容時, 個体数実測
7/14	-	-	-	5	5		サンプリング20尾
7/28	-	-	-	5	5		
9/1	157.0	263	597	5	5		
10/7	246.0	420	586	20	20		サンプリング20尾
11/9	280.0	540	518	5	5		
12/24	-	-	-	10	10		サンプリング10尾
2005/4/19	280.0	560	500	5	5		
5/24	300.0	625	480	5	5		
6/21	390.0	870	448	5	5		
7/13	354.0	895	396	6	1	5	
9/2	510.0	1,429	356	-	-	-	サンプリング12尾
10/27	680.0	1,875	362	-	-	-	
2006/2/6	740.0	2,139	346	-	-	-	終了, 個体数実測値
計				71	66	5	サンプリング総尾数 98尾

銚田市(大洋)							
測定日	総重量(kg)	体重(g)	個体数 (計算上)	検査数 (生魚)	PCR検査結果		備 考
					陰性	陽性	
2004/6/28	66.4	46.5	700				収容時, 個体数実測
7/15	-	-	-	5	5		サンプリング20尾
7/26	-	-	-	5	5		
9/1	91.0	364	250	5	5		
10/6	95.0	415	218	5	5		サンプリング20尾
11/10	53.0	392	135	5	3	2	個体数実測値
2005/4/20	38.0	350	109	-	-	-	個体数実測値
5/25	44.5	436	102	-	-	-	個体数実測値
6/23	45.0	464	97	-	-	-	個体数実測値
7/20	48.5	505	96	-	-	-	個体数実測値
9/14	52.5	559	94	-	-	-	個体数実測値
10/26	52.5	559	94	-	-	-	個体数実測値
2006/1/20	52.5	559	94	-	-	-	終了時, 個体数実測値
計				25	23	2	サンプリング総尾数 55尾

: 養殖研究所に抗体価測定用として提供

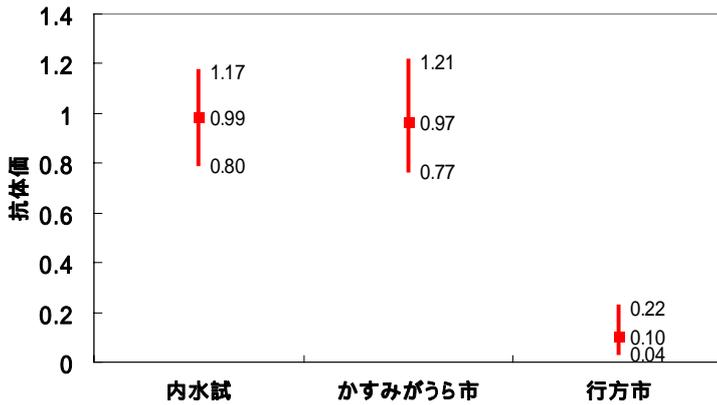


図3 網いけす3地区の抗体価測定結果

(2004.12.24測定 養殖研究所による)

- 1 抗体価は標準血清の吸光度を1としたときの相対値で、おおむね0.2前後までを陰性、0.4以上を陽性、その間を擬陽性と判断する。
- 2 図中の数値は、各試験区における抗体価の最大、平均、最小値を示す。

(3) 抗体価測定

2004年12月24日に行った抗体価の測定結果(養殖研究所において測定)を図3に示した。抗体価は標準血清の吸光度を1とした時の相対値で、おおむね0.2前後までを陰性、0.4以上を陽性、その間を擬陽性と判断する。試験区毎の抗体価はKHV病が発生した内水試では0.80-1.17、かすみがうら市では0.77-1.21と高い値を示し、陽性であった。一方、抗体価測定時点でKHV病の発生が確認されていなかった行方市の漁場では低い値(0.04-0.22)であり、陰性と判断された。

考 察

(1) KHV感染状況及び感染源について

KHV病未感染魚を試験飼育した4箇所すべての網いけすにおいてKHV病の発生が確認された。KHVの感染源については、モニタリング調査において湖内の天然コイからKHVが継続して確認されていることから(荒井ら, 2006)、KHVを保有している天然コイから感染したものと推察された。

各試験区におけるKHV病発症時期は、内水試の試験区では2004年9月(試験開始5ヶ月後)、かすみがうら市及び銚田市の試験区では2004年10月(3ヶ月後)、行方市の試験区では2005年7月(1年後)であった。また、KHV病発症時期の水温は、内水試25.8~22.3(図2)、かすみがうら市21.2~17.4、行方市23.8~26.0であり、概ねKHVの発症水温帯(20~25程度、(社)日本水産資源保護協会, 2007)での発症であった。

内水試、かすみがうら市、銚田市の3試験区については、2004年4~6月の試験開始後、夏季の高水温期を經過し、秋季の水温低下時期にKHV病を発症したと考えられた。これに対して行方市の試験区では、飼育試験を開始した2004年の秋季にKHV病の発生は確認されず、翌年(2005年)7月に発生が確認された。2004年12月に行ったKHV抗体価測定結果は陰性であったことから、本試験区の供試魚は2004年中はKHVに感染せず、2005年春~夏季の水温上昇期にKHVに感染したと推察された。試験区によりKHV病発生までの期間が3ヶ月~1年と異なった要因については更なる検討が必要であるが、KHVの感染源が天

然コイと考えられることから、各網いけす周囲の天然コイの生息尾数やKHV保有状況の違い等による可能性が考えられた。

(2) 死亡率について

KHV病の海外発生事例においては、高い死亡率の報告が多く、発生各国において報告された死亡率は、90%(米国での事例, Hedrick *et al.*, 2000)、80~90%(イスラエル, Perelberg *et al.*, 2003)、90%(台湾, Tu *et al.*, 2004)、20~100%(ドイツ, 飯田, 2004)、80~95%(インドネシア, Sunarto, 2004)等となっている。これに対し本試験では、試験終了時の死亡率は42~56%であり、海外事例に比べ低い結果であった。本試験において、養殖業者の網いけすに収容した試験魚の尾数は600~700尾であり、通常の網いけす養殖の収容尾数(数千尾)よりも少ないことから、収容尾数等の飼育条件によって死亡率が改善された可能性が示唆された。

(3) KHV既発生水域でのコイ養殖の可能性

霞ヶ浦北浦におけるKHV未感染魚の飼育試験の結果、KHV病既発生水域において未感染魚を飼育した場合、天然コイを感染源としてKHV病が発生する可能性が高いことが明らかとなった。このことは、施設の消毒ができない天然水域の養殖場や河川水等を利用した養殖場においては、一旦KHVが発生してしまうとこれを駆逐することは難しく、未感染魚を用いた養殖が困難であることを示している。

特定疾病であるKHV病については国を中心にまん延防止措置が執られているが、今後は未発生水域へのまん延防止措置と併せて、既発生水域における養殖再開の方策を検討する必要がある。そのためにはKHV耐性魚の導入や育種、また、ワクチンによる予防対策のほか、生産されたコイについて、まん延防止を図った加工方法や流通方法の検討などが必要と考えられた。

要 約

(1) 2003年秋にKHV病が発生した霞ヶ浦北浦において、KHV未感染魚を用いた網いけす養殖の可能性を検討するため、2004年4~6月に湖内4箇所の網いけすに未感染コイを収容し飼育試験を行った。

(2) この結果、4箇所全ての網いけすで試験開始後3ヶ月から1年でKHV病の発生が確認された。

(3) 霞ヶ浦北浦では、KHVを保有している天然コイの生息が確認されていることから、天然コイから感染したものと考えられた。

(4) 試験終了時(開始後1年6ヶ月~2年)の死亡率は42~56%であり、海外で報告されたKHV病の死亡率よりも低い結果となった。本試験ではコイの収容密度は通常養殖を行う飼育密度よりも低いことから、飼育条件等によって死亡率が改善される可能性が示唆された。

(5) 霞ヶ浦北浦等のKHV既発生水域において未感染魚を養殖した場合、天然コイから本病に感染する可能性が高いことから、今後、既発生水域でコイ養殖を行うためにはKHV耐性コイの導入や育種、また、ワクチン開発などKHVの存在を前提とした対策が必要であると考えられた。また、これと併せて未感染地域へのまん延防止のため、生産魚の加工方法・流通方法の検討が必要であると考えられた。

謝 辞

本報告を行うにあたり、血中KHV抗体の測定を行っていただいた独立行政法人水産総合研究センター養殖研究所病害防除部の諸氏に厚く御礼申し上げます。

文 献

- Adkison M. A., O. Gilad and R. P. Hedrick (2005): An Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) for Detection of Antibodies to the Koi Herpesvirus (KHV) in the Serum of Koi *Cyprinus carpio*. *Fish Pathol.*, 40, 53-62.
- 荒井将人・野内孝則・高島葉二 (2006): 霞ヶ浦北浦にお

ける天然コイのコイヘルペスウイルス病の感染状況。茨城内水試研報, 40, 37-43.

- Gray W. L., L. Mullis, S. E. LaPatra, J. M. Groff and A. Goodwin (2002): Detection of koi herpesvirus DNA in tissues of infected fish. *J. Fish Dis.*, 25, 171-178.
- Hedrick, R. P., O. Gilad, S. Yun, J. V. Spangenberg, G. D. Marty, R. W. Nordhausen, M. J. Kibus, H. Bercovier and A. Eldar (2000): A Herpesvirus Associated with Mass Mortality of Juvenile and Adult Koi, a Strain of Common Carp. *J. Aquat. Anim. Health*, 12, 44-57.
- 飯田貴次 (2004): ドイツにおけるKHVによる食用ゴイの大量死(文献抄録). *魚病研究*, 39, 220.
- (社)日本水産資源保護協会(2007): コイヘルペスウイルス病(病性鑑定指針), 特定疾病診断マニュアル, 28-32.
- Perelberg A., M. Smirnov, M. Hutoran, A. Diamant, Y. Bejerano and M. Kotler (2003): Epidemiological Description of a New Viral Disease Afflicting Cultured *Cyprinus carpio* in Israel. *Israeli J. Aquat. -Bamidgeh*, 55, 5-12.
- Sano M., T. Ito, J. Kurita, T. Yanai, N. Watanabe, S. Miwa and T. Iida (2004): First Detection of Koi Herpesvirus in Cultured Common Carp *Cyprinus carpio* in Japan. *Fish Pathol.*, 39, 165-167.
- Sunarto A. (2004): Epidemiology, diagnostic and preventive practices for koi herpesvirus (KHV) in Indonesia. Abstract in "KHV infectin: Present status and future prospects for prevention", 13-16.
- 高島葉二・渡辺直樹・野内孝則・中村丈夫 (2004): 霞ヶ浦・北浦におけるコイヘルペスウイルス病の発生。茨城内水試調研報, 39, 1-8.
- Tu C., M. Weng, J. Shiao and S. Lin (2004): Detection of Koi Herpesvirus in Koi *Cyprinus carpio* in Taiwan. *Fish Pathol.*, 39, 109-110.
- Yuasa, K., M. Sano, J. Kurita, T. Ito and T. Iida (2005): Improvement of a PCR Method with the Sph I-5 Primer Set for the Detection of Koi Herpesvirus (KHV). *Fish Pathol.*, 40, 37-39.