

ウナギの種苗生産を目指して ～孵化までの道のり～



馬頭高校でウナギの種苗生産技術
を確立し、おいしいウナギを食べ
続けるため、この研究に取り組ん
でいます。

馬頭高校ウナギ研究班

シラスウナギの漁獲量が激減しており、ウナギ養殖は危
機に直面している。ウナギの人工採卵によるシラスウナ
ギの飼育については、国をあげて取り組んでいるが研究
段階にとどまっている。本校においても 2003 年からこ
の研究に取り組んでおり、2011 年にはわずかではある
が人工孵化に成功している。私たちも先輩方の研究を引
継ぎ人工孵化、シラスウナギまでの育成を目指し研究を
行った。

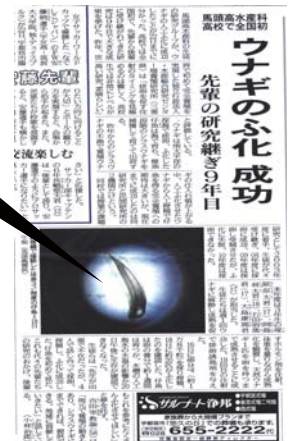
孵化したウナギ仔魚 (2011 年)



うなぎ養殖は
天然種苗に依存

シラスウナギの
漁獲量が激減

うなぎ養殖の
危機



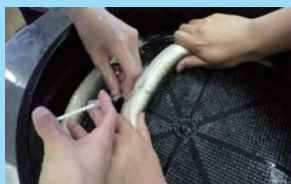
人工種苗の生産技術の確立が重要

馬頭高校におけるこれまでの研究の経過

- | | |
|---------|-------------------------------------|
| 2003年 | 雄に生殖腺刺激ホルモン剤を投与することにより排精させることに成功 |
| 2004年 | 雌に20週、サケ脳下垂体を投与することにより成熟させることに成功 |
| 2006年 | 開腹手術にて生殖腺を観察することにより雌雄の判別に成功 |
| 2007年 | 胸鰭の形状により雌雄の判別を試みたが確実ではなかった。 |
| 2008,9年 | 成熟した雌に排卵促進剤を投与したところ20時間後、排卵させ、採卵に成功 |
| 2010年 | ゴナトロピン投与により簡易な雌雄判別に成功 |
| 2011年 | 成熟した雌に排卵促進剤を投与したところ18時間後、採卵その後孵化に成功 |
| 2012年 | カニューレクションにより卵の一部を取り出し成熟状況の確認に成功 |

～孵化までの道のり～

1. 雌雄の判別



生殖腺刺激ホルモン（ゴナトロピン）を
投与し精子を確認できた個体を雄とし確
認できなかった個体を雌と判断する。

2. 成熟試験 (1)～ ホルモン投与～



・判別した雌に週1回、サケの脳下垂
体を投与します。



・雄は採卵にあわせ生殖腺刺激ホルモ
ンを投与していきます。



・高水温期に魚体にかかる負担を軽減
するため海水クーラーを導入しました。

4. 成熟試験 (3)～ 卵観察～



卵の一部を採取します。



観察し最終成熟を見極め排卵促進剤
を投与します。

3. 成熟試験 (2)～ 体型変化～



外見上的な変化が現れたら魚体重の変化に注意します。



最終成熟を見極め排卵促進剤（DHP）を投与します。

5. 採卵の様子



搾出法による採卵



受精卵

6. 合宿



採卵翌日に合宿を行い受精卵の発生を
確認していきます。

雌親魚の成熟に関する試験について

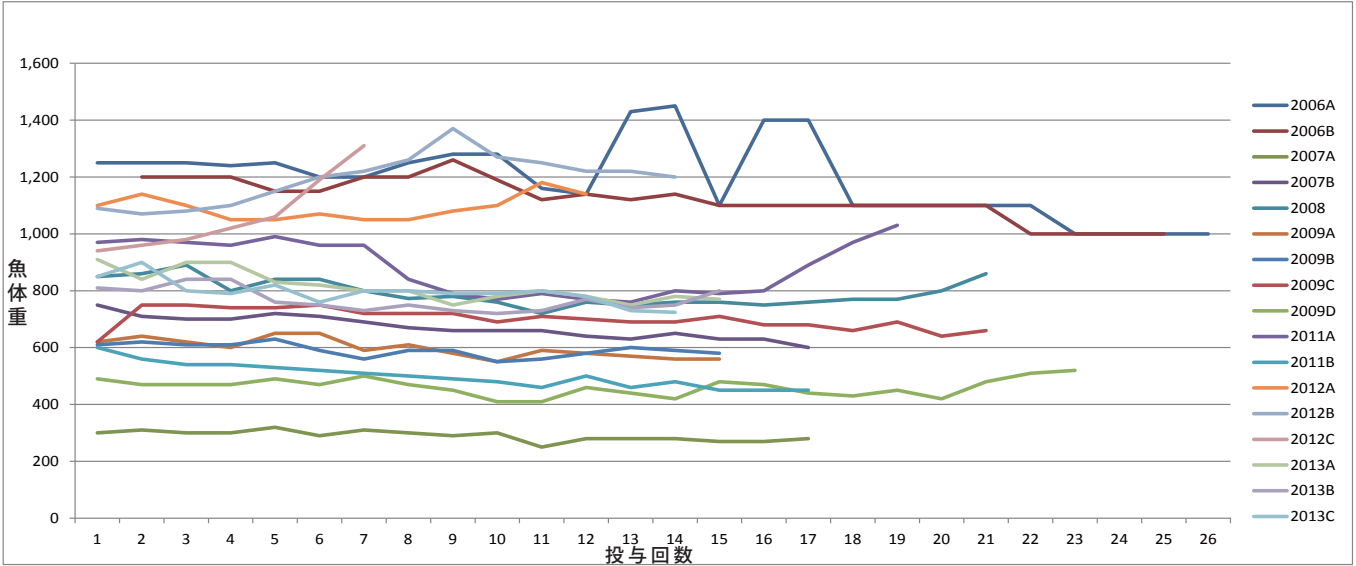
目的

2011 年 12 月に初めて孵化に成功したが、採卵時の卵質が孵化には大変重要である。安定して受精率・孵化率を向上させるためには最終成熟を見極め、排卵誘発剤（DHP）を適切なタイミングで投与することが必要である。そのため今回は魚体重の変化、外見的变化および過去データからのホルモンの感受性の検証。また成熟卵の見極めには膨満している腹部の外見からの判断は不可能であるためカニューレシオン技術を習得し成熟卵の見極めについての研究を行った。

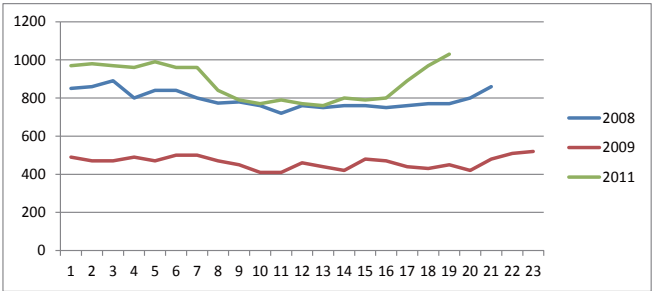
データから見る成熟試験

個体名 投与回数	2006A	2006B	2007A	2007B	2008	2009A	2009B	2009C	2009D	2011A	2011B	2012A	2012B	2012C	2013A	2013B	2013C
1	1,250		300	750	850	620	610	620	490	970	600	1,100	1,080	940	910	810	850
2	1,250	1,200	310	710	860	640	620	750	470	980	560	1,140	1,070	980	840	800	900
3	1,250	1,200	300	700	890	620	610	750	470	970	540	1,100	1,080	980	900	840	900
4	1,240	1,200	300	700	800	600	610	740	470	960	540	1,050	1,100	1,020	900	840	790
5	1,250	1,150	320	720	840	650	630	740	490	990	530	1,050	1,150	1,080	830	760	820
6	1,200	1,150	290	710	840	650	590	750	470	960	520	1,070	1,200	1,190	820	750	760
7	1,200	1,200	310	690	800	590	560	720	500	980	510	1,050	1,220	1,310	800	730	800
8	1,250	1,200	300	670	773	610	590	720	470	840	500	1,050	1,260		800	750	800
9	1,280	1,260	290	660	780	580	590	720	450	790	490	1,080	1,370		750	730	790
10	1,280	1,190	300	660	760	550	550	690	410	770	480	1,100	1,270		780	720	790
11	1,160	1,120	250	660	720	590	560	710	410	790	460	1,180	1,250		800	730	800
12	1,140	1,140	280	640	760	580	580	700	460	770	500	1,140	1,220		780	770	780
13	1,430	1,120	280	630	750	570	600	690	440	780	460		1,220		750	740	730
14	1,450	1,140	280	650	760	560	590	690	420	800	480		1,200		780	750	724
15	1,100	1,100	270	630	760	560	580	710	480	790	450				770	800	
16	1,400	1,100	270	630	750			680	470	800	450						
17	1,400	1,100	280	600	760			680	440	890	450						
18	1,100	1,100			770			660	430	970							
19	1,100	1,100			770			690	450	1,030							
20	1,100	1,100			800			640	420								
21	1,100	1,100			860			660	480								
22	1,100	1,000							510								
23	1,000	1,000							520								
24	1,000	1,000															
25	1,000	1,000															
26	1,000																
成熟結果	×	×	×	×	○	×	×	○	×	○	×	○	○	○	×	○	×

表 1 2006～2013 までの成熟試験魚体重の変化 ※黒＝養成ウナギ オレンジ＝天然ウナギ



グラフ 1 2006～2013 までの成熟試験魚体重の変化



グラフ 2 2008～2011 採卵可能となった成熟試験魚体重の変化

私たちの研究

- 【試験期間】 2012 年 4 月～2013 年 8 月
- 【供試魚】 胎盤性生殖腺刺激ホルモン（ゴナトロピン）4 週腹腔注射により判別した雌養成親魚 2 尾 天然親魚（下リウナギ）5 尾
- 【材料および方法】 親魚にサケ脳下垂体（体重 1000g あたり 100mg）を生理食塩水で溶解し週 1 回 20 週を限度に腹腔注射を行い採卵に適した状態まで成熟するかを見極める。
- 【飼育環境】 水温 23℃、塩分濃度 3‰ に調整
- 【結果】 成熟した個体 4 尾（天然親魚 3 尾 養成親魚 1 尾）うち 2 尾成熟途中で死亡成熟しなかった個体 3 尾（天然親魚 2 尾 養成親魚 1 尾）成熟後排卵促進剤の投与で採卵できた個体 2 尾（天然親魚 2 尾）

個体名 投与回数	2006A	2006B	2007A	2007B	2008	2009A	2009B	2009C	2009D	2011A	2011B	2012A	2012B	2012C	2013A	2013B	2013C
1	1,250		300	750	850	620	610	620	490	970	600	1,100	1,080	940	910	810	850
2	1,250	1,200	310	710	860	640	620	750	470	980	560	1,140	1,070	980	840	800	900
3	1,250	1,200	300	700	890	620	610	750	470	970	540	1,100	1,080	980	900	840	900
4	1,240	1,200	300	700	800	600	610	740	470	960	540	1,050	1,100	1,020	900	840	790
5	1,250	1,150	320	720	840	650	630	740	490	990	530	1,050	1,150	1,080	830	760	820
6	1,200	1,150	290	710	840	650	590	750	470	960	520	1,070	1,200	1,190	820	750	760
7	1,200	1,200	310	690	800	590	560	720	500	980	510	1,050	1,220	1,310	800	730	800
8	1,250	1,200	300	670	773	610	590	720	470	840	500	1,050	1,260		800	750	800
9	1,280	1,260	290	660	780	580	590	720	450	790	490	1,080	1,370		750	730	790
10	1,280	1,190	300	660	760	550	550	690	410	770	480	1,100	1,270		780	720	790
11	1,160	1,120	250	660	720	590	560	710	410	790	460	1,180	1,250		800	730	800
12	1,140	1,140	280	640	760	580	580	700	460	770	500	1,140	1,220		780	770	780
13	1,430	1,120	280	630	750	570	600	690	440	780	460		1,220		750	740	730
14	1,450	1,140	280	650	760	560	590	690	420	800	480		1,200		780	750	724
15	1,100	1,100	270	630	760	560	580	710	480	790	450				770	800	
16	1,400	1,100	270	630	750			680	470	800	450						
17	1,400	1,100	280	600	760			680	440	890	450						
18	1,100	1,100			770			660	430	970							
19	1,100	1,100			770			690	450	1,030							
20	1,100	1,100			800			640	420								
21	1,100	1,100			860			660	480								
22	1,100	1,000							510								
23	1,000	1,000							520								
24	1,000	1,000															
25	1,000	1,000															
26	1,000																
成熟結果	×	×	×	×	○	×	×	○	×	○	×	○	○	○	×	○	×

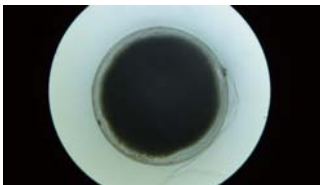
過去のデータからみても養成親魚、天然親魚ともに個体により感受性が異なることが認められた。すなわち早期から感受性を示すもの、長期間投与して感受性を示すもの、全く感受性を示さないものがあることが認められた。また、養成親魚より天然親魚の方が、感受性が高いことも認められた。

投与についての季節性も感受性に大きな影響を与えていると思われる。

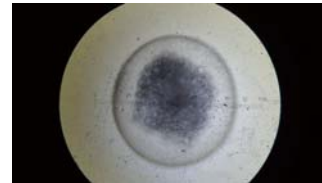
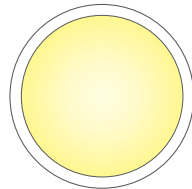
2011 年の個体の投与は初夏から始めたが本格的な成熟が見られたのは秋に入ってから採卵は冬であった。2012 年では春から投与し始めたものより秋から投与を始めたもののほうが成熟が顕著であった。2013 年では春から投与を始めたが成熟はしたが顕著な変化が見られなかった。これは天然のウナギが晩夏から秋にかけ大水が出たときに川を下る時期に重なる。その時期にウナギは成熟しやすいと考える。また、夏場は水温が高く麻酔や作業によるストレスがかかりやすいため成熟に影響を与えたり、死亡してしまう事が多いのではと推察される。

卵採取による成熟の見極め

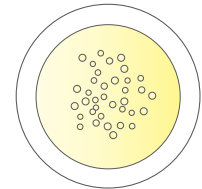
【方法】 魚体重の変化を観察し、魚体重の10%の増加時を成熟開始期の目安とし、カニキュレーション方法により生殖口から卵巣の一部を取り出し、マイクロメータを装着した顕微鏡を用い卵径および油球の大きさを測定し、排卵誘発剤であるDHP（ 17α -Hydroxyprogesterone）投与の適期を見極める。



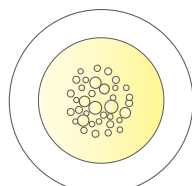
未熟卵
油玉判別不可 透明帯極少



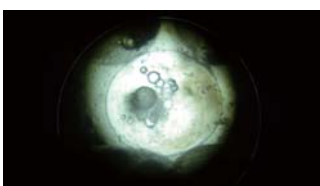
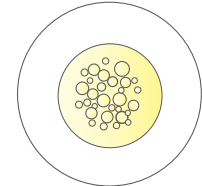
未熟卵
上位油球 40 μ m未満 透明帯少



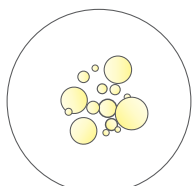
成熟卵
上位油球 55 μ m～90 μ m程度



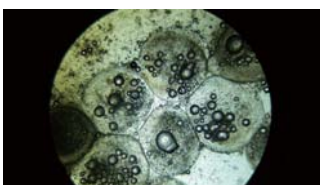
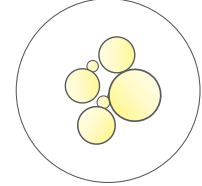
成熟卵～過熟卵
上位油球 90 μ m～110 μ m程度



過熟卵
上位油球 110 μ m～190 μ m程度



過熟卵
上位油球 190 μ m～250 μ m程度



排卵促進剤（DHP）投与
後の成熟卵

卵採取による成熟の見極め

2012年は未熟卵に惑わされ、適期を過ぎてしまい、採卵まで至ったものの孵化までには至らなかった。また卵観察だけでは時期を逃してしまう可能性があるため魚体重の変化等にも注意してタイミングを図る必要がある。

2013年は昨年の反省をふまえ、魚体重の変化、卵の観察と成熟は順調だったが、私たちの技術の未熟さゆえ、夏場の作業で大きなストレスを与えてしまい、排卵促進剤投与前に死なせてしまう結果になった。

しかし、カニキュレーションによる観察により良質卵の確保へ大きく近づくことができた。

まとめおよび今後の課題

成熟試験においては、個体や季節によるホルモンの感受性の違いなどがわかった。

また、水温や室温の上昇、作業のストレスなどで個体を死なせてしまうなど、自分たちの判断力、技術の未熟さも痛感させられた。

私たちの2年間の研究では孵化までは至らなかった。しかし、カニキュレーションによる卵の観察が可能になるなど成熟の状態を見極める新たな技術をも習得することができ、大きな成果を得ることができ良質卵の確保に近づいたと思われる。

私たち3年生は、卒業までこの研究を続け、後輩たちにこの研究を引き継いでいきたいと思います。

今後は、さらなる技術の向上を図り魚体への負担を減らし、排卵誘発剤の投与タイミングの見極めをさらに正確に行い、孵化の成功、生存率の向上、さらに仔魚の飼料の研究に繋げてくれればと思う。そして今後のウナギ養殖や研究の助けになれば考える。