

극동산 뱀장어, *Anguilla japonica*의 인공 성성숙 유도과 leptocephalus 변태



2012. 9. 7

국립수산과학원

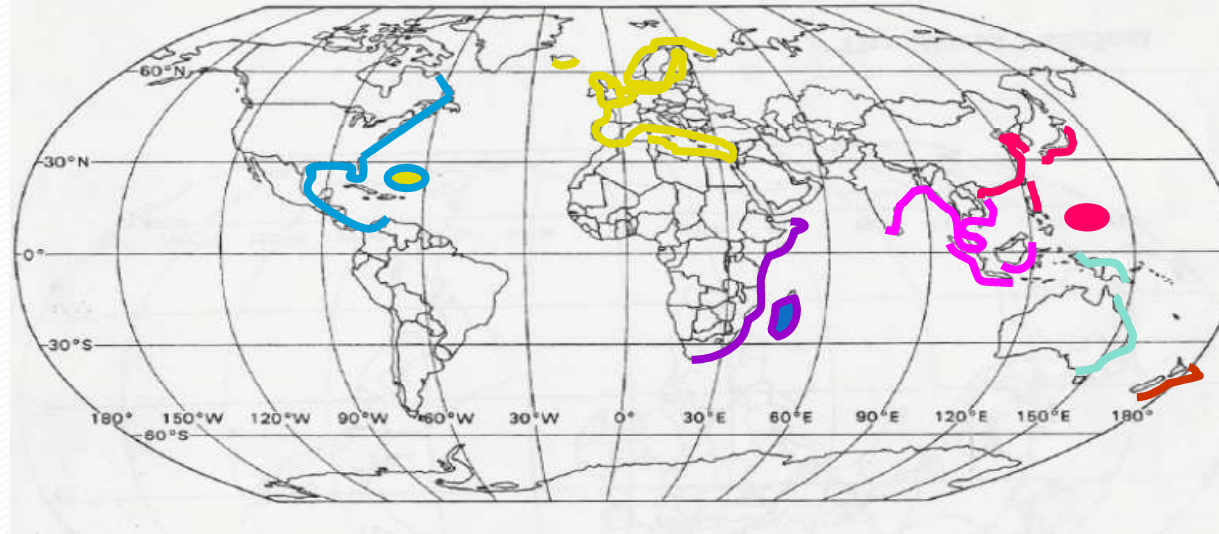
김대중

목 차

- I . 뱀장어 생태학적 특성
- II . 뱀장어 양식현황
- III . 뱀장어 인공 성성숙 유도과
leptocephalus의 변태
- IV . 종묘생산 문제점 · 대책

I. 뱀장어 생태학적 특성

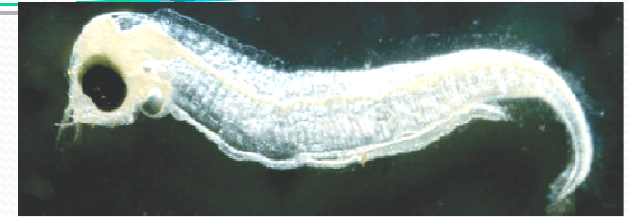
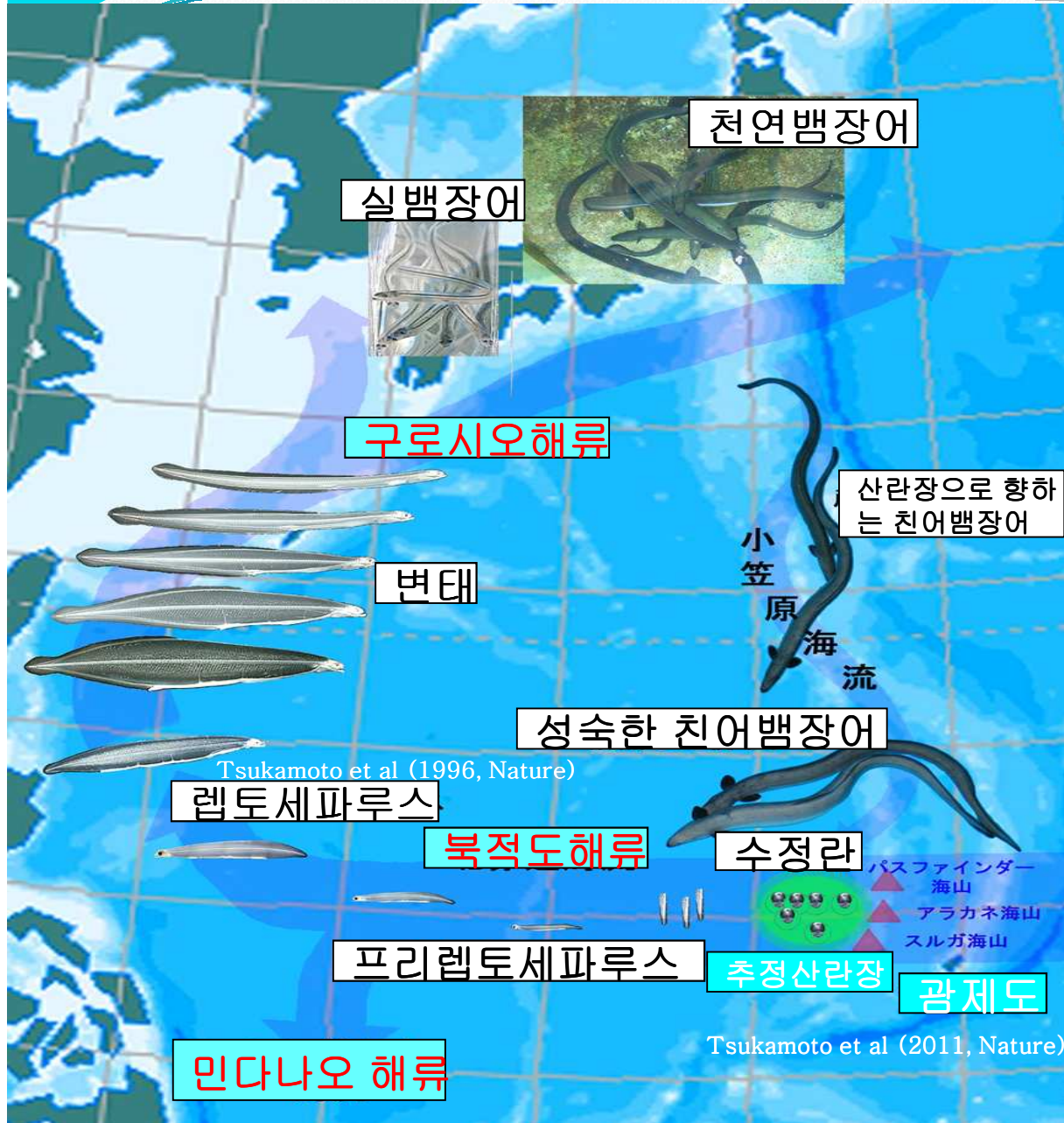
1. 뱀장어류의 지형학적 분포



Anguilla genus : 18 species (뱀장어속 어류: 15종 3아종)

- | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|---|
| 1. Indo-Pacific Species | <i>A. celebesensis</i> | 2. Atlant-Pacific Species | <i>A. rostrata</i> (북미산 뱀장어) |
| <i>Tropical zone</i> | <i>A. megastoma</i> | <i>Temperate zone</i> | <i>A. anguilla</i> (유럽산 뱀장어) |
| (열대지역) | <i>A. interioris</i> | (온대지역) | <i>A. japonica</i> (극동산 뱀장어) |
| | <i>A. reinhardtii</i> | | |
| | <i>A. mamorata</i> (무태장어) | | |
| | <i>A. nebulosa nebulosa</i> | | |
| | <i>A. nebulosa labiata</i> | 3. Oceania Species | <i>A. dieffenbachi</i> (뉴질랜드산 뱀장어) |
| | <i>A. borneensis</i> | <i>Temperate zone</i> | <i>A. australis australis</i> (호주산 뱀장어) |
| | <i>A. mossambica</i> | (온대지역) | <i>A. australis schmidtii</i> (호주산 뱀장어) |
| | <i>A. bicolor bicolor</i> | | |
| | <i>A. bicolor pacifica</i> | | |
| | <i>A. obscura</i> | | |

2. 극동산 뱀장어의 산란장 이동 경로



Tsukamoto et al. (2006, Nature)

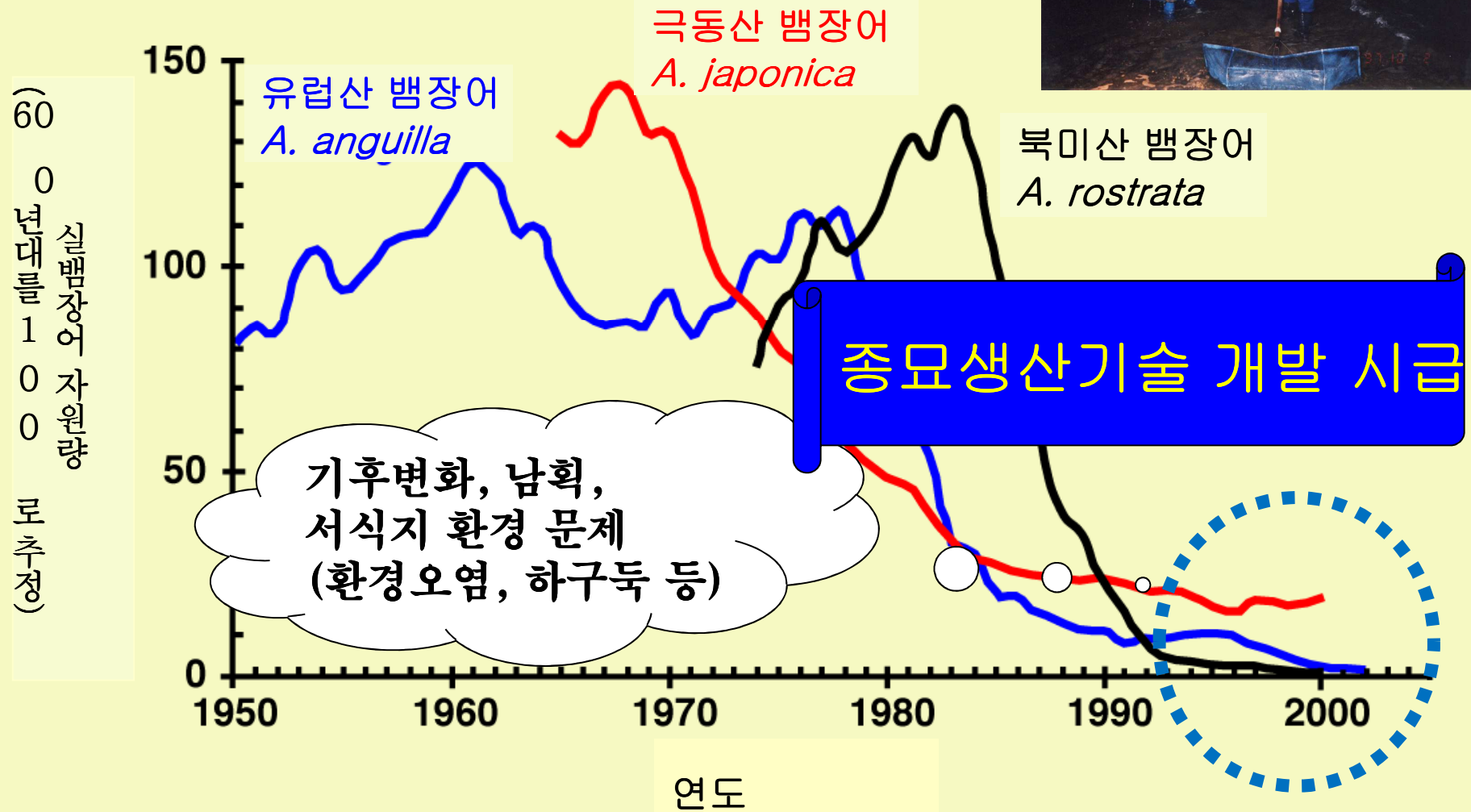


성숙중 친어 포획 (일본 수산청, 2008)



세계 최초로 산란장에서 채집한 극동산 뱀장어 수정란과 선상에서 부화한 부화직후 유생 Tsukamoto et al. (2011, Nature comu.)

3. 세계 뱀장어 자원 현황



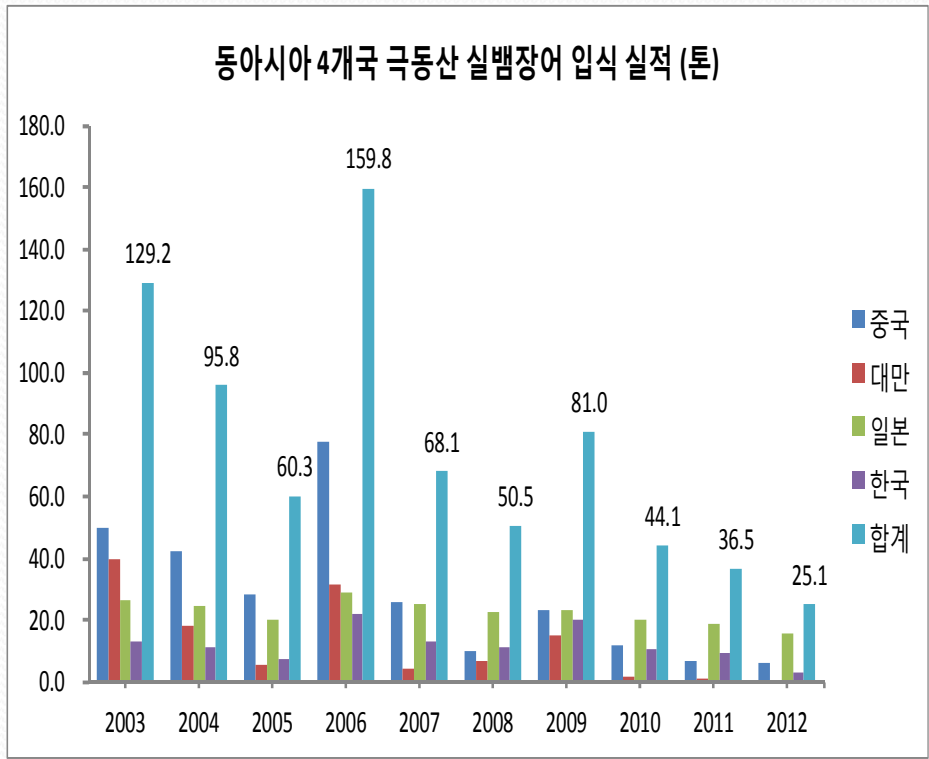
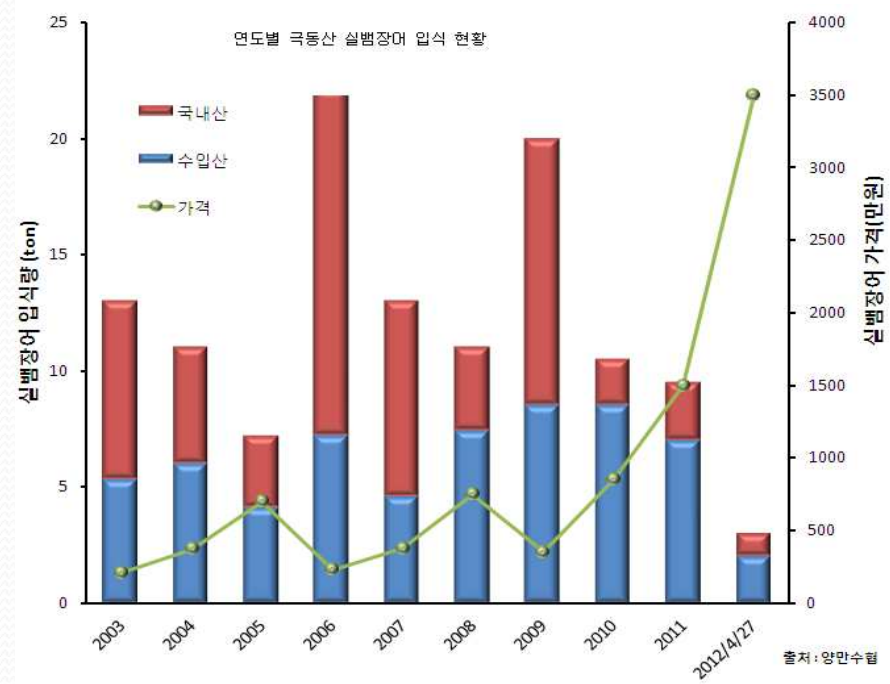
Dekker et al (2004)

II. 뱀장어 양식현황

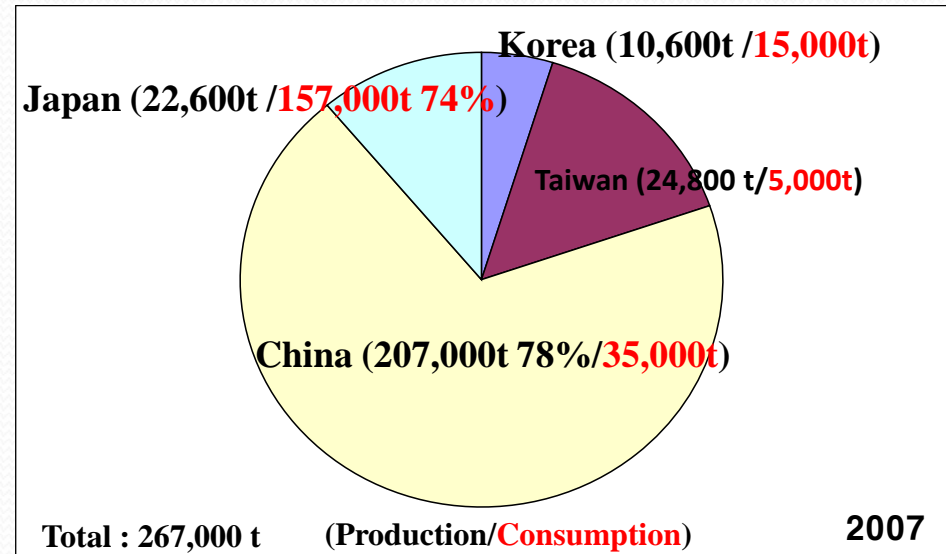
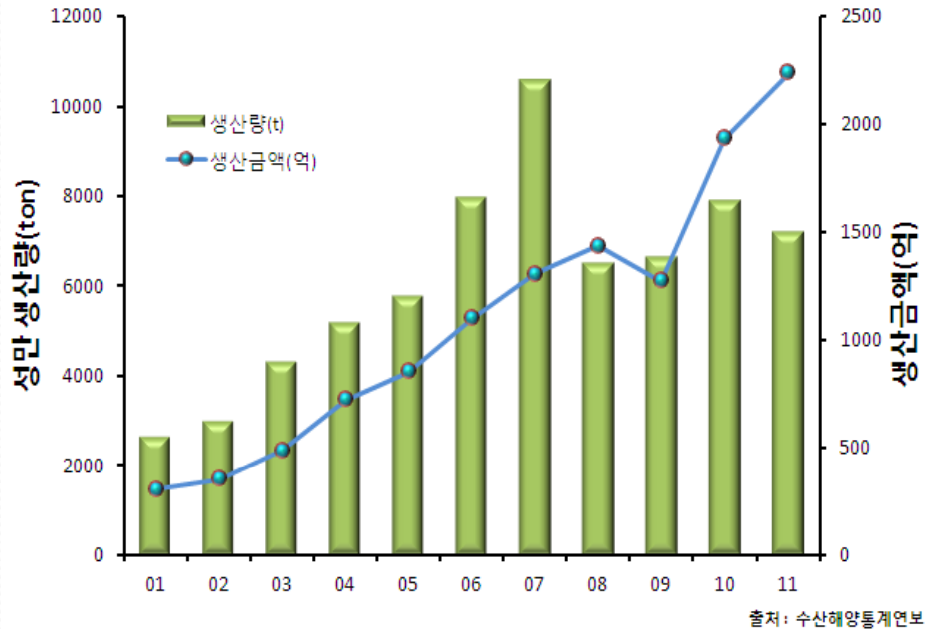
1. 국내외 실뱀장어 수급 동향

12년 동아시아 4개국 실뱀장어 입식현황 ('12. 5 누계)

- **(한국) 극동산 국내 1.5톤/수입 2톤, 동남아산 2.2톤, 북미산 1.5톤 (약 7.2톤)**
 (일본) 극동산 15.5톤 (대만) 극동산 0.6톤, 무태장어 5톤 이상, (중국) 극동산 6톤, 유럽·북미산 12톤,
 아프리카산 6톤, 동남아산 3톤
 → **동아시아 4개국 총입식량 55.4톤 (극동산 : 25.6톤, 타종 : 29.8톤)**



2. 국내 뱀장어 (성만) 생산량 및 동아시아 4개국 생산·소비



• Demand of glass eel : $267,000 \text{ t} / 10^3 = 267 \text{ t}$
(실뱀장어 수요)

- 뱀장어 전체 생산량(7,257톤)의 99%(7,185톤)가 양식산이며, 자연산은 자망어업 등으로 1%(72톤) 어획
- 내수면 양식어류 총 생산량의 약 60% 점유 (국내 주요 3대 양식어종)
- 전체 양만장 개소수 80%, 생산량 84% 전라도에 집중
※ 전라도 점유율 (12년) : 전라남도 53%, 전라북도 27%

3. 뱀장어관련 국제적 정보 동향

1. 뱀장어 자원보호 및 관리에 관한 **일·중 회의**
(실뱀장어 및 친어 어획량/자원보호 및 관리)
2. 미국, **뱀장어 수출입 규제 검토**
(모든 뱀장어류 17종을 CITES 부속지 II 등재 검토, 4. 11 미 연방정부 관보에 발표/
13. 3월 태국 제16차 CITES 정기모임 (CoP16) 안건 제출)
* 유럽산 뱀장어 (*A. anguilla*)는 2007년 헤이그 회의 CITES 부속지 II 등재 완료
3. 일본 수산총합연구센터 "**뱀장어 종합 프로젝트팀**" 설치
(지속적이용팀/실뱀장어안정생산팀)
4. 필리핀 정부, 자국 뱀장어 자원 보호 잠정적 수출 중단



**국제적 자국 뱀장어 자원 보호
및 규제 강화**

4. 뱀장어 관련 세계적 연구 동향

EU : *Anguilla anguilla* (유럽산 뱀장어)

1. eeliad project (England) : 산란장 이동 생태 및 생물학적 연구
2. Galatea Eel Sargasso Exp. (Germany) : 산란장 조사
3. PRO-EEL (Denmark) : 인공종묘생산 2011년 결과 부화후 25일 사육



동아시아 : *Anguilla japonica* (극동산 뱀장어)

1. 일본 : 1973년 인공 수정에 의한 수정란 및 자어 생산 (8일 사육, Nature 2편)
2002년 인공 실험뱀장어 생산/2010년 F2 (완전양식) 생산/2012년 산업화 연구
2. 한국 : 2002년 부경대 (사료연구소) 과학재단 중점연구소 선정/2004년 연구중단
2009년 국립수산과학원 20일/11년 70일/12년 현재 변태직전 자어 사육중
3. 중국/대만 : 중국 中山大學 과 대만해양대학, 대만대학 에서 연구 (부화 25일 사육)



미국 : *Anguilla rostrata* (북미산 뱀장어)

1. 1970년 북미산 성성숙 유도 시작/2010년 메사추세츠대 생물학과 자어생산 (6일)

오세아니아 : *A. australis* (Short fin), *A. dieffenbachii* (Long fin)

1. 2000년 뉴질랜드 오타고대학 동물학과 성성숙 유도 연구 및 자어생산 (5일)





III. 뱀장어 인공 성성숙 유도과
Leptocephalus의 변태

어류의 사육환경 조건에서의 성숙 · 산란 정지

난원세포
(체세포분열)

난모세포
(제1 감수분열 전기)

난황형성 초기

난황형성 중기

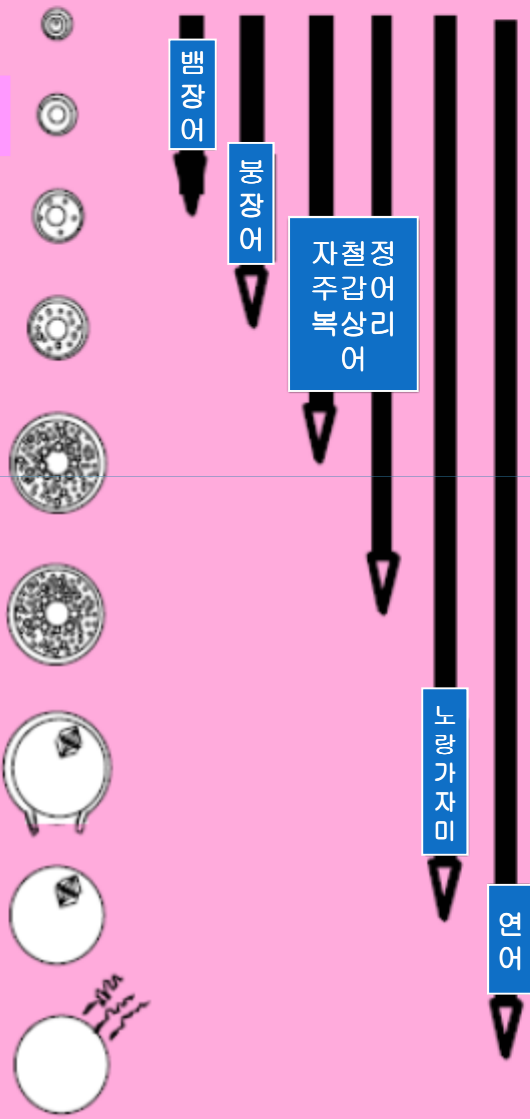
난황형성 완료

난성숙능획득

난성숙
(제2 감수분열 중기)

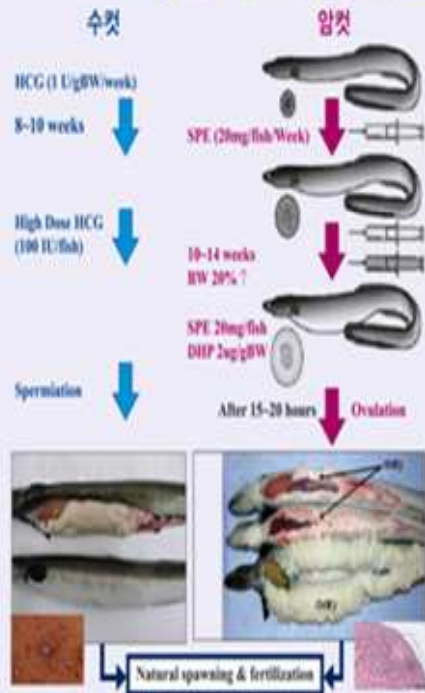
배란

산란

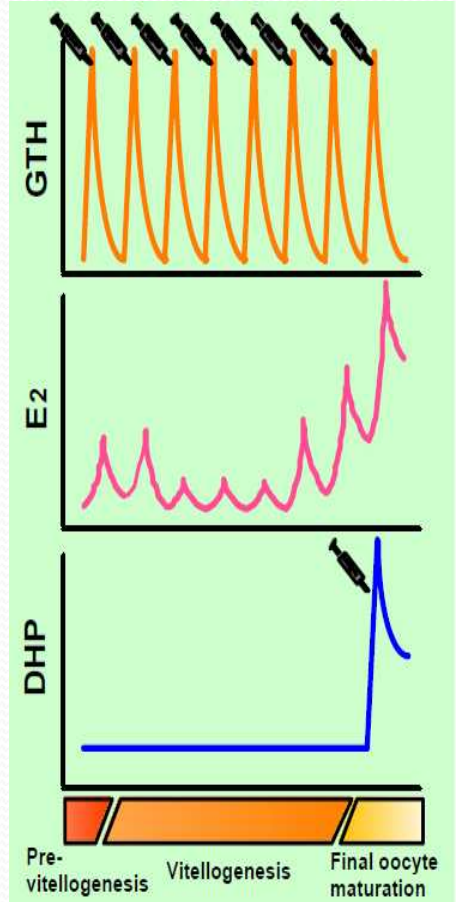
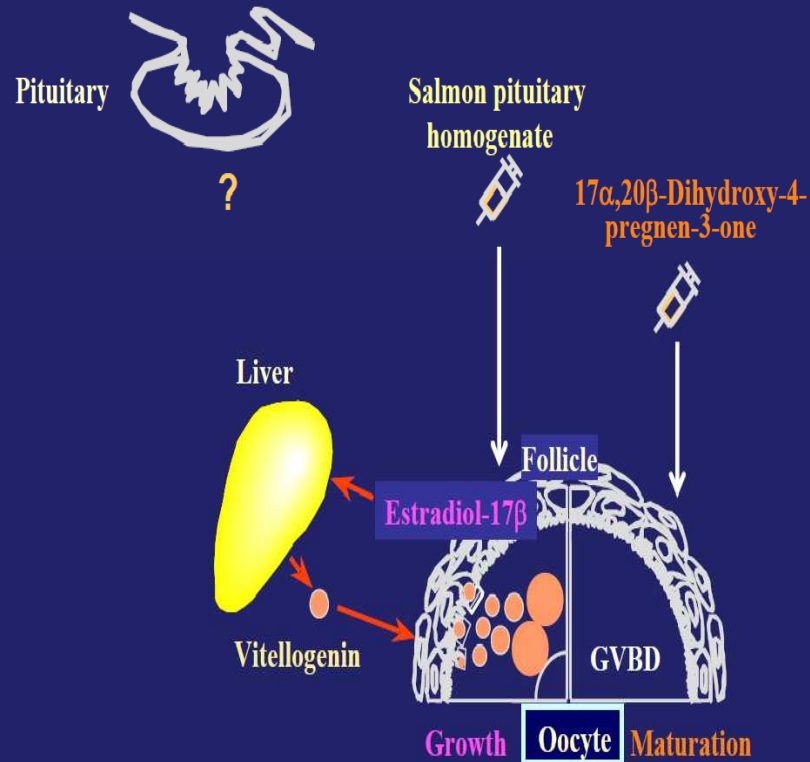


인위적 성숙속 유도에 따른 혈중 호르몬 변화

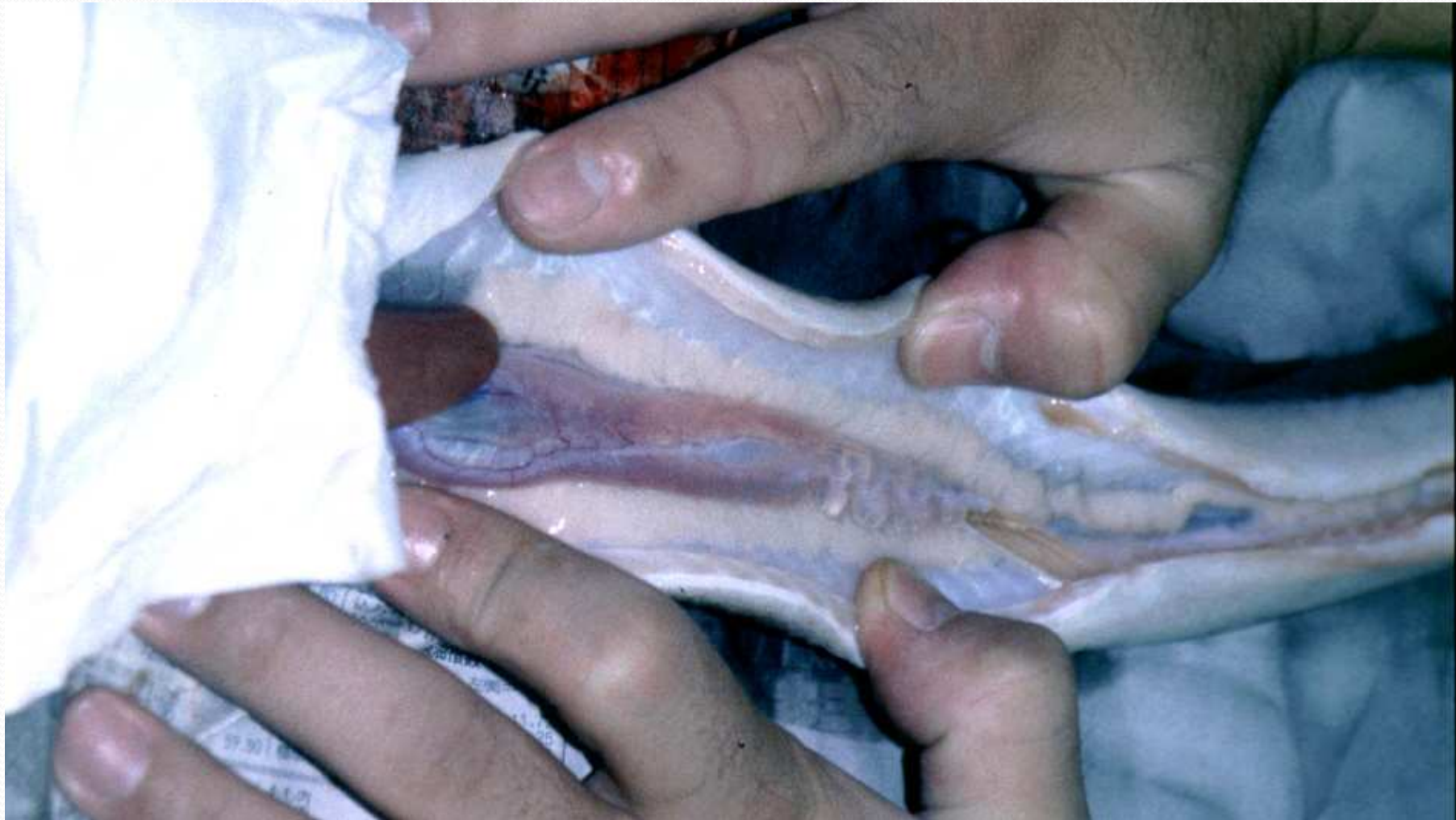
호르몬 요법에 의한 배란 및 배정 유도



Endocrine control of oogenesis in eel

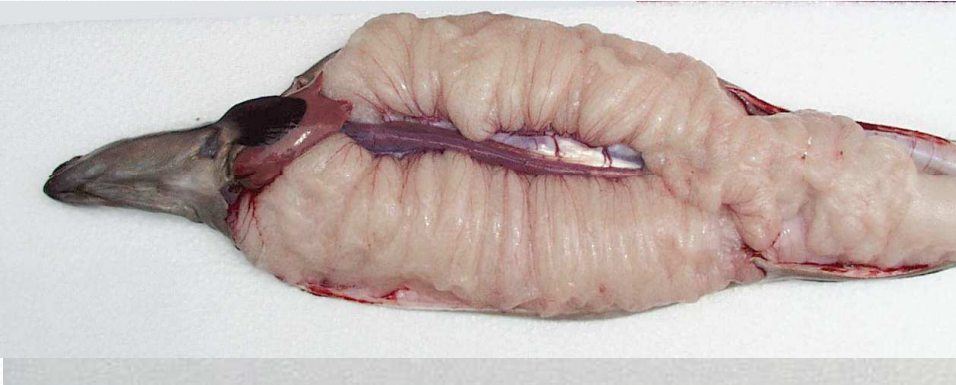


뱀장어 난소



미성숙

호르몬투여에 의한 인위적 성성숙 유도



성숙암컷



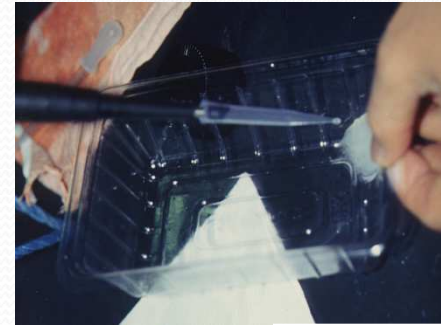
성숙수컷

인공수정



정자 채취

→ 희석
냉장보존



↓ 인공수정



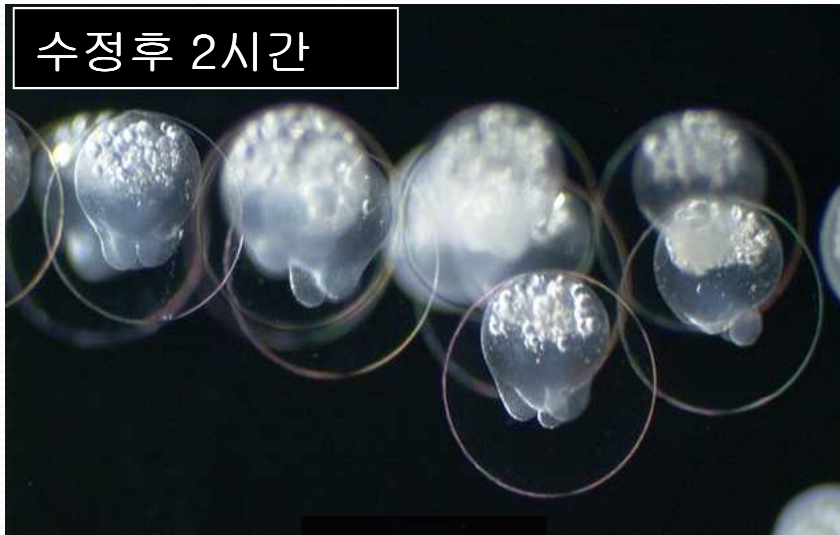
알 채취



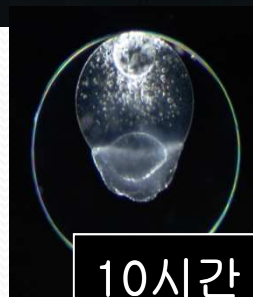
수정란 (부상란)관리수조

수정란의 발생 및 부화 (23°C)

수정후 2시간



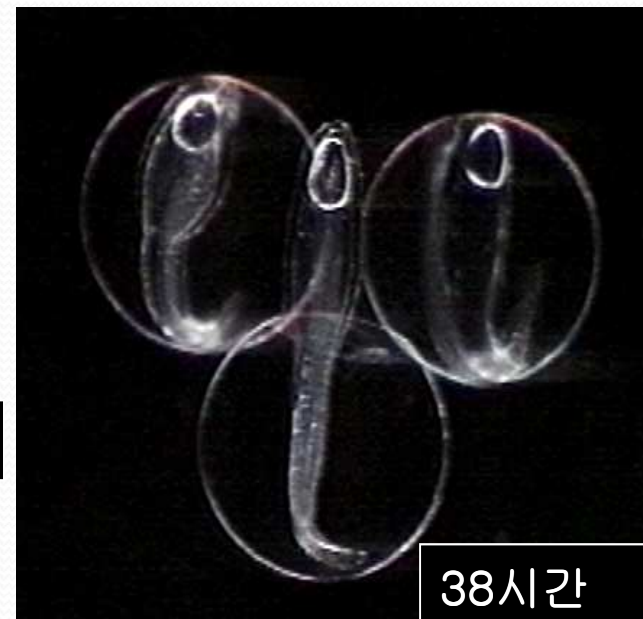
10시간



27시간



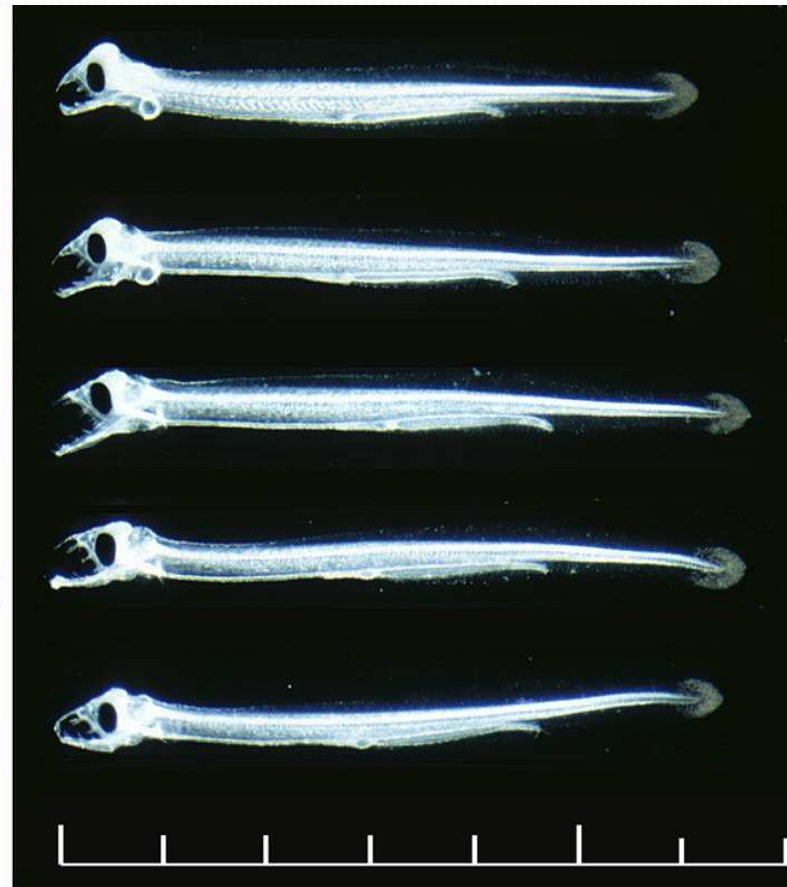
38시간



자어의 발생과 성장 (23°C)



0-day
3.91 mm
1-day
5.23 mm
2-day
5.67 mm
3-day
6.00 mm
4-day
6.05 mm
5-day
6.17 mm



6-day
6.31 mm
7-day
6.51 mm
9-day
6.56 mm
11-day
6.50 mm
13-day
6.48 mm

뱀장어 초기 자어의 액상사료 개발



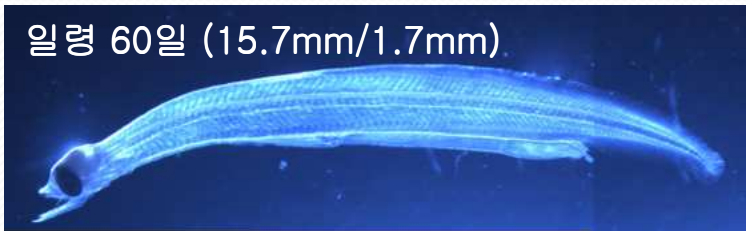
일본에서 개발한 액상사료 원료구성

대두단백질, 비타민, 크릴분말

- 일본내 기업체의 일본 양식연구소 단독공급 ⇒ **입수 불가능 (특허)**



2011년 액상사료 원료구성 (70일 사육, 비정상 발육)



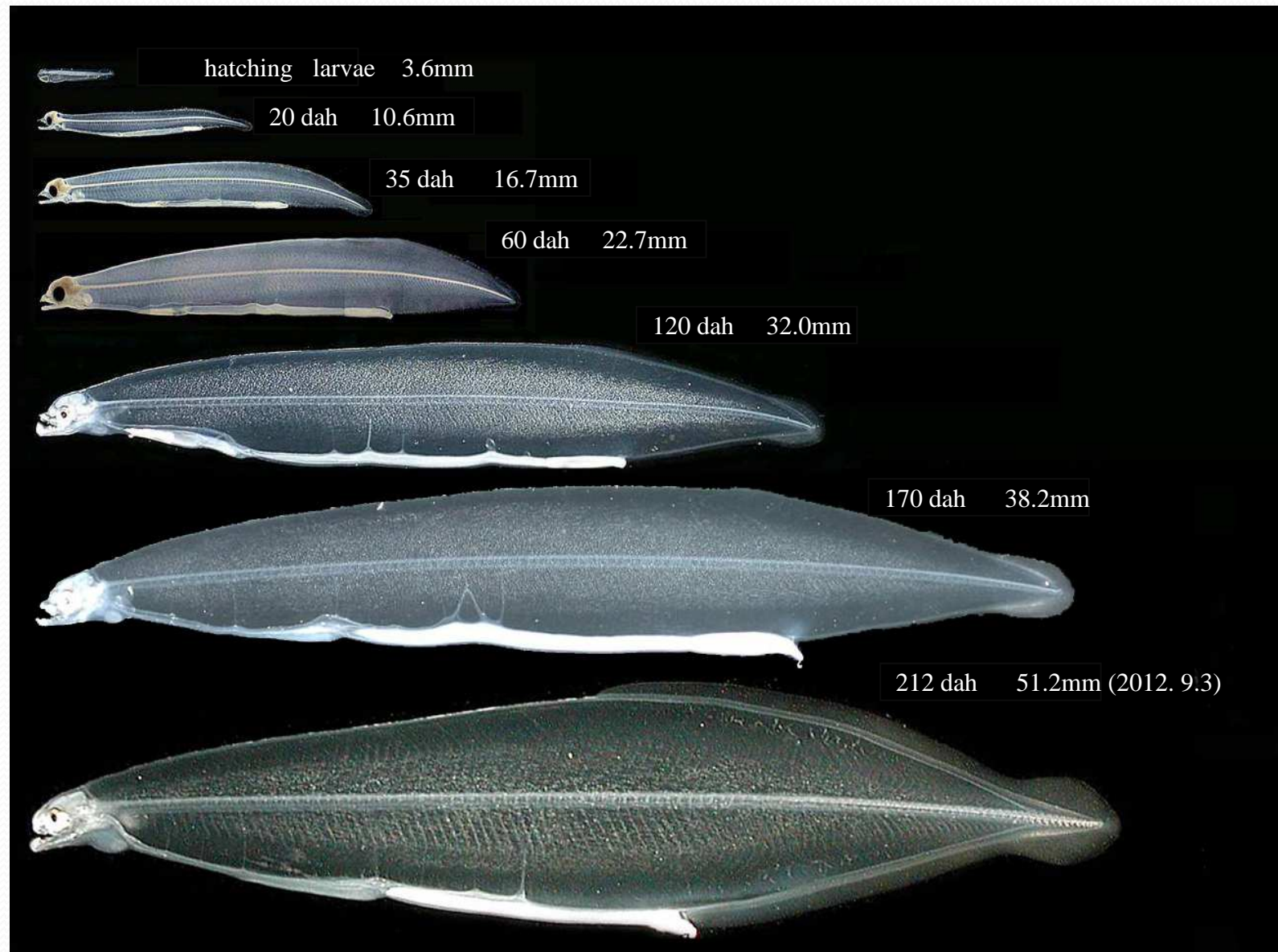
2012년 개량 액상사료 원료 재구성

액상사료 원료의 국산화 및 효율적 액상사료 개량

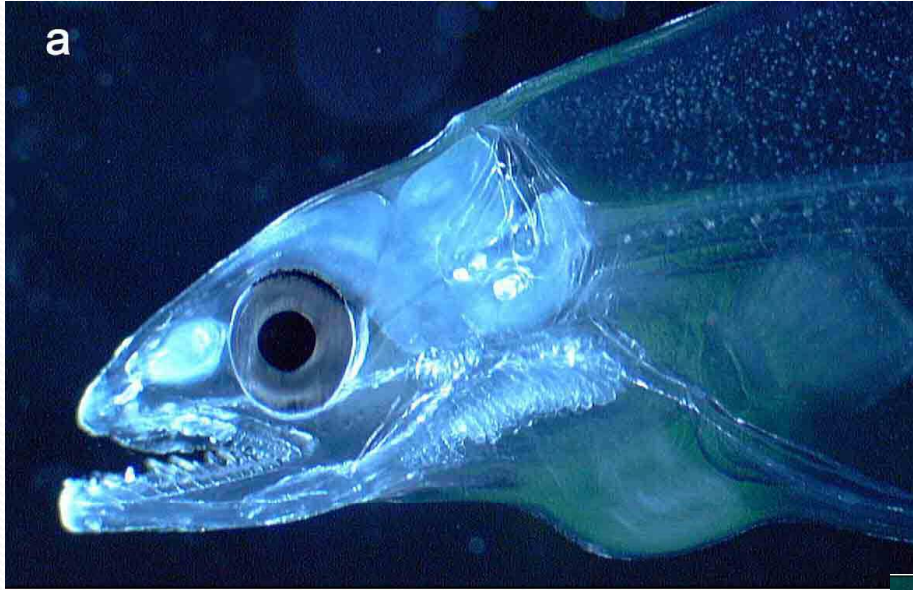


개량액상사료(국내산 발효어분 이용)가 기존액상사료 보다 약 1.5배 이상 성장 및 생존율 향상 (일령 100일 기준시)

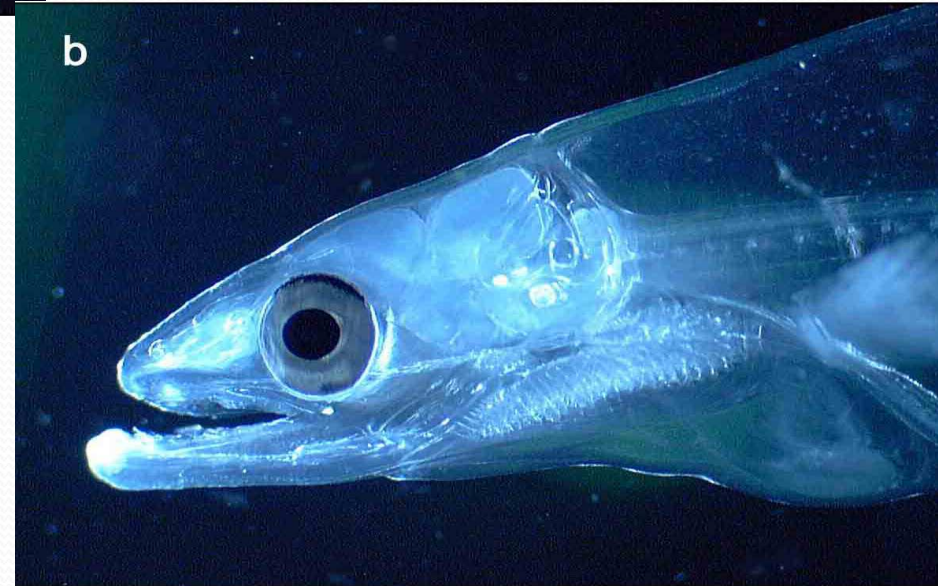
뱀장어 *leptocephalus*의 성장



Leptocephalus의 두부 변태 과정

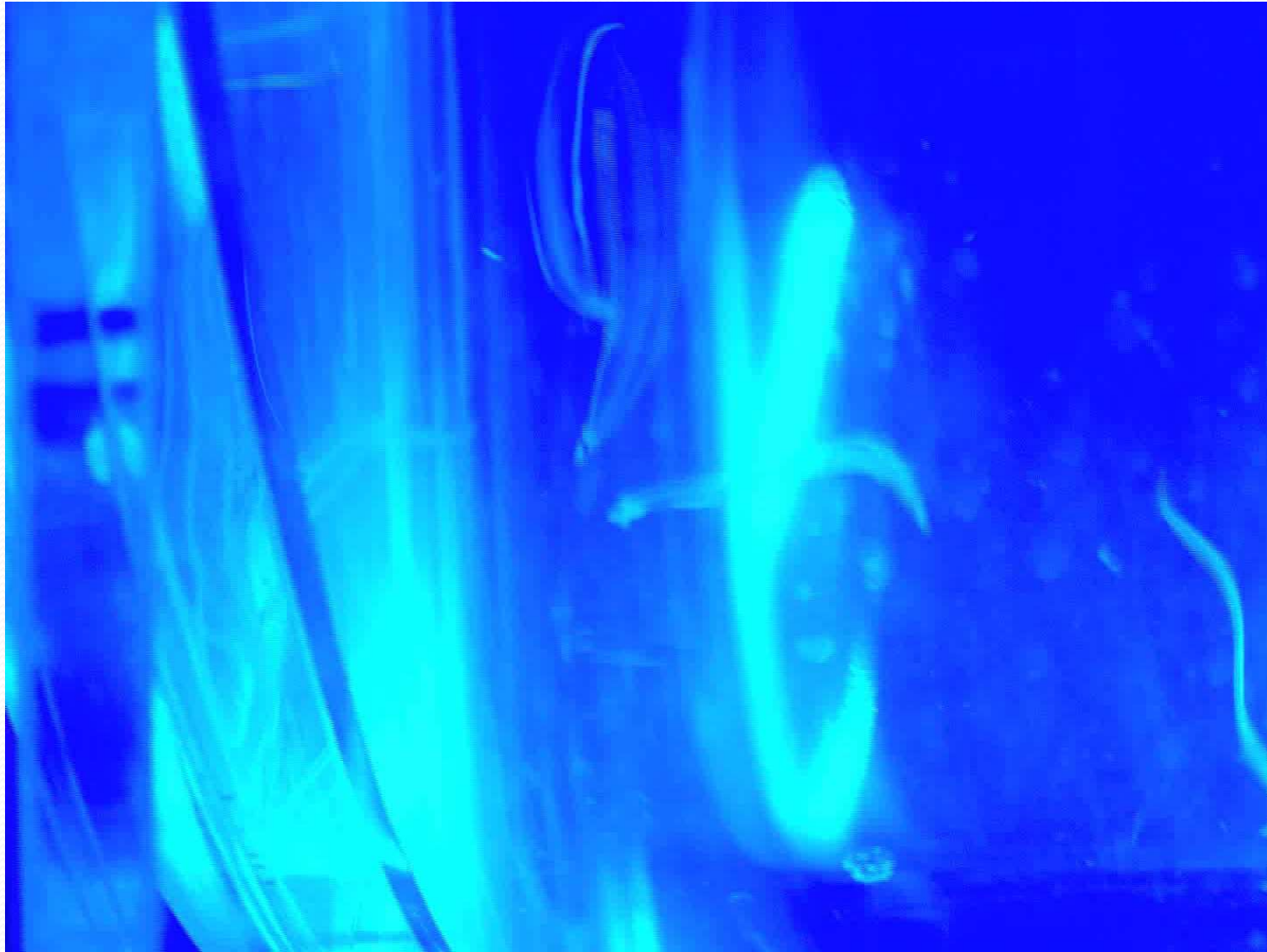


192 dah



212 dah

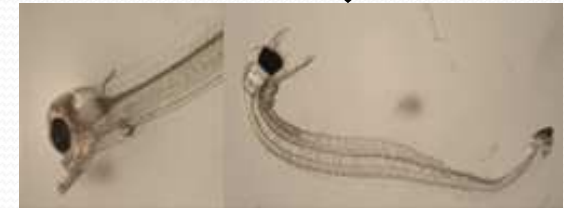
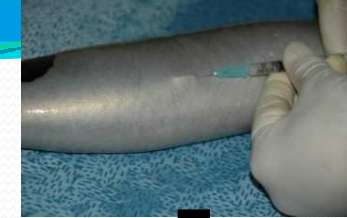
Leptocephalus 유영 동영상 (200일, 8월 23일)



IV. 문제점 · 대책

○ 친어 난질의 문제

- 원인 : 타종 뇌하수체 고농도·다회 투여로 난질 악화 유발
→ 자어의 생존·성장 저하, 기형 출현율 (10~20%)
- 대책방안 : 1. 유전공학 기법에 의한 성성숙유도 호르몬
대량생산 및 제어 기작 구명
2. 환경조절에 의한 성성숙 유도법 개발



○ 자어 먹이의 문제

- 원 인 : 자연에서의 무슨 먹이를 섭취하는지 미구명
→ · 상어알 기반의 액상사료 공급으로 수질 악화
및 사육조 오염 유발
· 장래에 상어알 공급도 자원 고갈로 공급 중단
위험
- 대책방안 : 1. 고성장의 상어알 대체 사료 및 공급 방법 개발
2. 성장·생존 향상을 위한 먹이생물 개발



○ 자어 (렘토세파루스)의 고밀도 사육이 어려운 문제

- 원 인 : 자어 사육 장치 및 사육 방법(사료 공급법 등) 특이함
→ · 집약적으로 대규모 생산이 가능한 사육시스템 개발
- 대책방안 : 1. 성장·생존 향상을 위한 사육시스템 자동화
2. 대량생산화에 맞춘 사육 방법 및 시스템 개발





감사합니다.

뱀장어(鰻) 한자의 의미