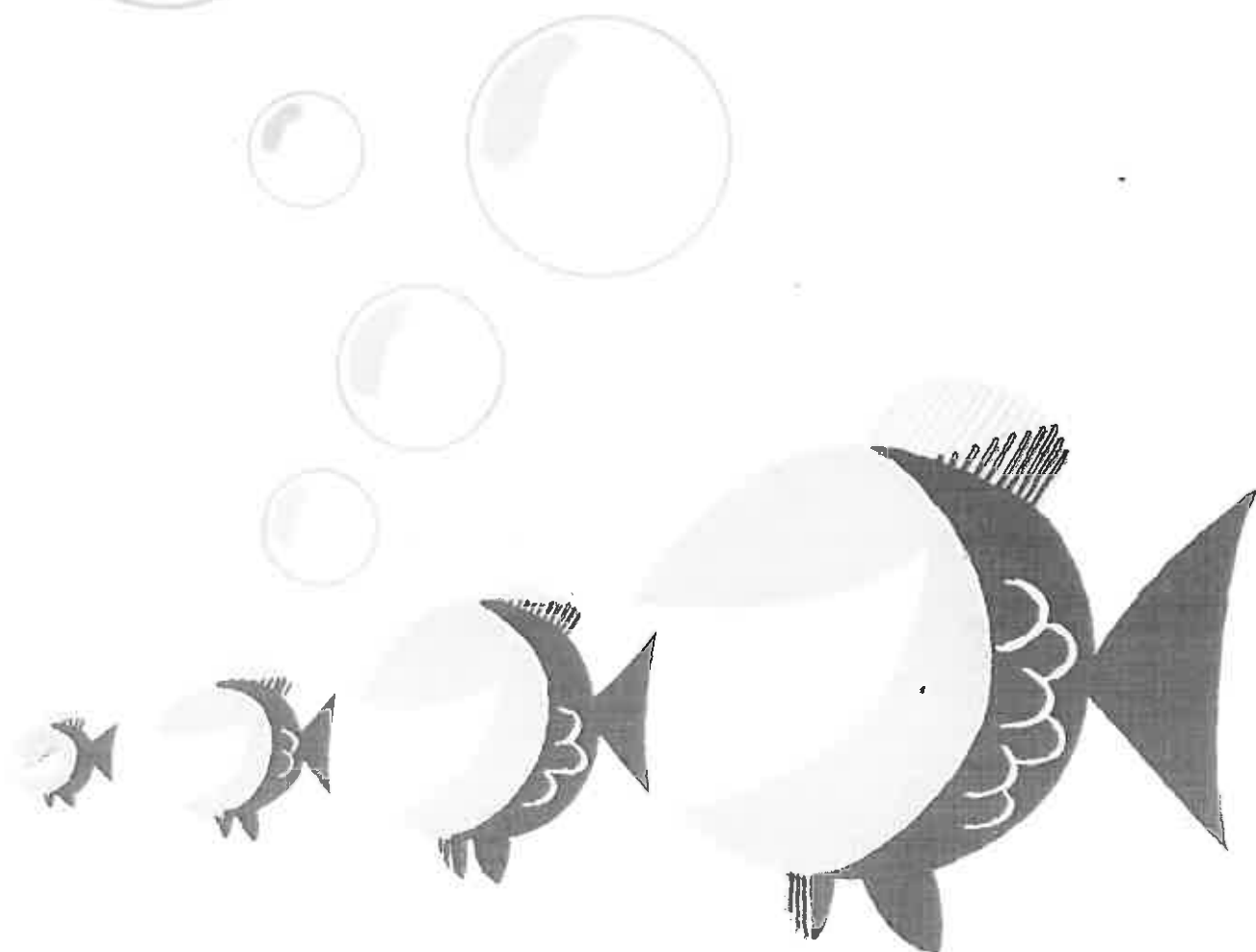


RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS

# KALATUTKIMUKSIA- FISKUNDERSÖKNINGAR



39  
1991



RIISTA-JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS  
**KALATUTKIMUKSIA-  
FISKUNDERSÖKNINGAR**



Vastaava toimittaja: Riitta Rahkonen

Toimittajat: Aimo Järvinen, Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Atso Romakkaniemi, Petri Suuronen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti, Lauri Urho ja Aune Vihervuori

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos  
Kalantutkimusosasto  
Kalanviljelyosasto  
PL 202  
00151 Helsinki

puh. 90 - 624 211  
telex 19101236 vdx sf  
telefax 90 - 631 513  
telebox tbx668

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar sarjassa julkaistaan kalatalouteen liittyviä tutkimuksia, suunnitelmia, raportteja, selvityksiä, lausuntoja, esitelmää sekä tutkimusten aineistoja tai muita vastaavia kirjoituksia. Julkaisukielenä ovat pääsääntöisesti suomi ja ruotsi. Kirjoitusohjeita on saatavilla Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen tietopalvelussa (PL 202, 00151 Helsinki).

Julkaisun jakelusta päätetään kunkin numeron osalta erikseen. Julkaisua koskevat tiedustelut osoitetaan tietopalveluun.

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar on jatkoa sarjoille: "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja" (no:t 1–42) ja "Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja" (no:t 1–97), "Tiedonantoja" (no:t 1–24) ja "Meddelanden" (no:t 1–21).

Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitoksen kalantutkimusosaston ja kalanviljelyosaston muut julkaisusarjat ovat "Finnish Fisheries Research" ja "Suomen Kalatalous".

Ansvarig redaktör: Riitta Rahkonen

Redaktörer: Aimo Järvinen, Irma Kolari, Marja-Liisa Koljonen, Atso Romakkaniemi, Petri Suuronen, Lena Söderholm-Tana, Pirkko Söderkultalahti, Lauri Urho och Aune Vihervuori

Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet  
Fiskeriforskningsavdelningen  
Fiskodlingsavdelningen  
PB 202  
00151 Helsingfors

tel. 90 - 624 211  
telex 19101236 vdx sf  
telefax 90 - 631 513  
telebox tbx668

I serien Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar publiceras undersökningar, planer, rapporter, utredningar, utlåtanden, föredrag samt forskningsmaterial eller motsvarande artiklar som behandlar fiskerihushållningen. Publikationsspråken är i huvudsak finska och svenska. Skrivinstruktioner kan erhållas från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets informationstjänst (PB 202, 00151 Helsingfors).

Publikationens distribuering fastställs skilt för varje nummer. Förfrågningar angående tidskriften bör riktas till informationstjänsten.

Kalatutkimuksia – Fiskundersökningar är en fortsättning på "Maataloushallituksen kalataloudellinen tutkimustoimisto. Monistettuja julkaisuja" (nr 1–42) ja "Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos, kalantutkimusosasto. Monistettuja julkaisuja" (nr 1–97), "Tiedonantoja" (nr 1–24) och "Meddelanden" (nr 1–21).

Övriga publikationsserier från Vilt- och fiskeriforskningsinstitutets fiskeriforskningsavdelning och fiskodlingsavdelning är "Finnish Fisheries Research" och "Suomen Kalatalous".

**RIISTA- JA KALATALOUDEN TUTKIMUSLAITOS**  
**KALATUTKIMUKSIA – FISKUNDERSÖKNINGAR**

**No 39**

**1991**

**Suomen ja Japanin välisen elintarvikealan tutkimusyhteistyön  
ja tutkijavaihdon kehittämisen arviointivaltuuskunnan matka Japaniin**  
**Hannu Lehtonen**

**Suomen ja Japanin kalatalouden tieteellisen ja teknisen  
yhteistyön kehittäminen**  
**Pekka Tuunainen, Kai Westman ja Raimo Parmanne**

**Japanin vesiviljelystä ja sen tutkimuksesta**  
**Kari Ruohonen**

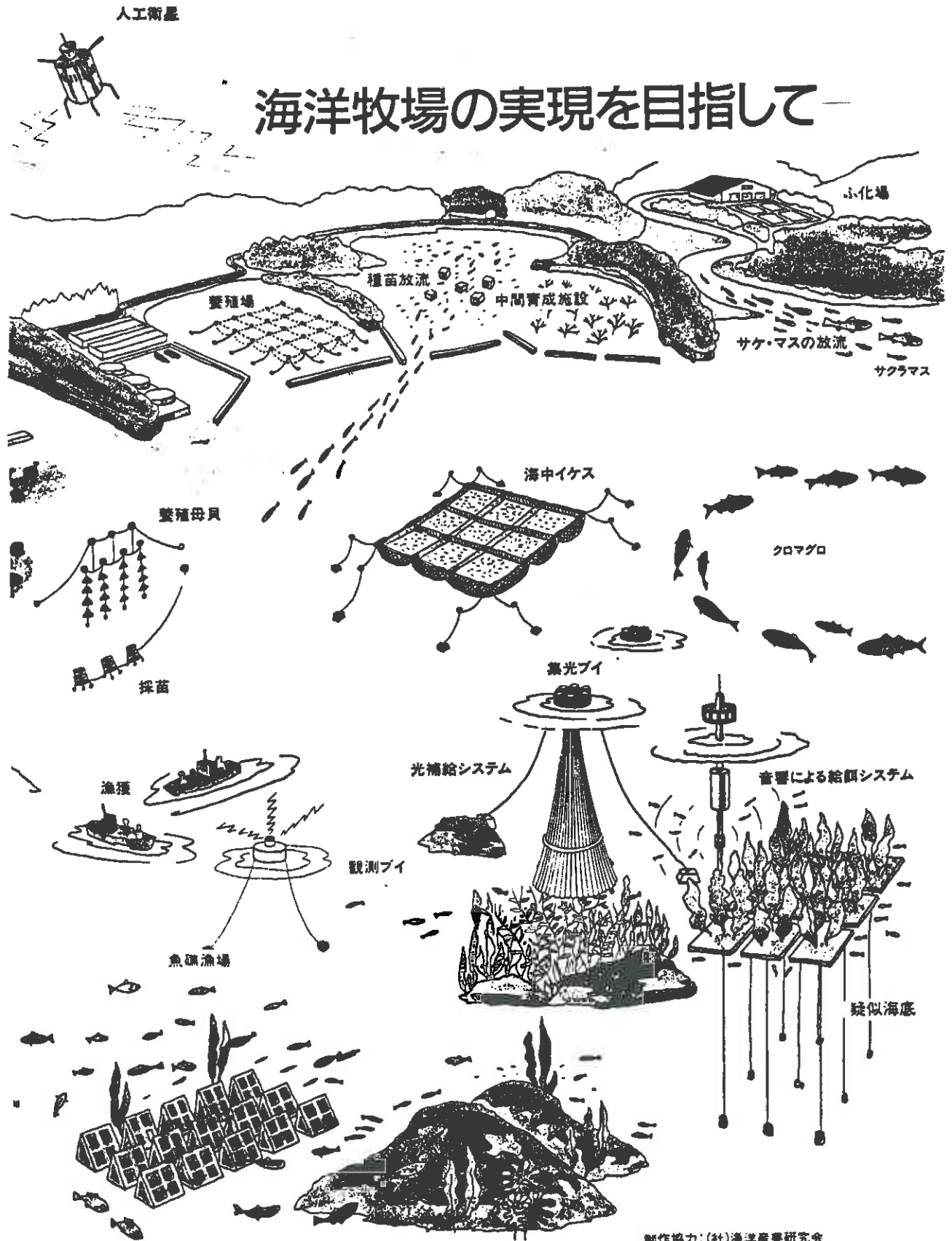
**Pyyntitekniikasta ja sen tutkimuksesta Japanissa**  
**Petri Suuronen**

**Helsinki 1991**

**ISSN 0787-8478**  
**Helsinki 1991**  
**Yliopistopaino**

**JAPANIN VESIVILJELYSTÄ JA SEN TUTKIMUKSESTA**  
**Matkakertomus vierailusta 31.8.-26.10.1988**

**Kari Ruohonen**  
**Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos**  
**kalanviljelyosasto**



制作協力: (社)海洋産業研究会

**JAPANIN VESIVILJELYSTÄ JA SEN TUTKIMUKSESTA**  
Matkakertomus vierailusta 31.8.-26.10.1988

Kari Ruohonen  
15.1.1991

## **ALKUSANAT**

### **Matkan tarkoitus ja tausta**

Suomen ja Japanin välistä kalatalousyhteistyötä on käynnistetty jo jonkin aikaa. RKTL:n valtuuskunta (Pekka Tuunainen, Kai Westman ja Raimo Parmanne) kävi tutustumassa Japanin kalatalouteen syksyllä 1987. RKTL:n edustaja (Hannu Lehtonen) oli mukana myös Elintarviketutkimusprojektin arviointivaltuuskunnan matkalla Japaniin syksyllä 1987. Kesäkuussa 1988 Dr. Toshihiko Matsusato (Research Council, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries) vieraili Suomessa. Tällöin sovittiin tutkijanvaihdosta vesiviljelyn ja kalastustekniikan alalla. Sopimus johti käytännön toimiin ja lähdin saman vuoden elokuun lopulla Japaniin vesiviljelyn tutkijanvaihtoon.

Matkan tarkoituksena oli syventyä Japanissa tehtävään vesiviljelyn tutkimukseen, jotta osaisimme mahdollisimman hyvin arvioida tutkimuksen yhteistyöalueita ja -mahdollisuuksia myöhempiä tutkijanvaihtoja varten. Tästä syystä matkan pääkohteeksi valittiin Japanin vesiviljelyn kansallinen tutkimuslaitos, National Research Institute of Aquaculture. Tässä tutkimuslaitoksessa vietin yli kuukauden eli noin puolet matkastani keskustellen eri alojen tutkijoiden kanssa. Loppuaikana tutustuin muutamiiin muihin vesiviljelyn tutkimusta tekeviin laitoksiin ja osallistuin kahteen symposioon.

### **Raportin sisällöstä**

Matkalla kertyneen tiedon olen koonnut tähän matkakertomukseen, jonka toivon olevan hyödyksi suomalaisille kollegoilleni. On mahdotonta välittää kaikkea mahdollista tietoa Japanin vesiviljelystä. Niinpä esittelen aluksi Japanin vesiviljelyn käytäntöä tärkeimpien viljeltävien lajien avulla. Tämä osa sisältää myös lyhyet kuvaukset lajien биологиasta, koska useimmat Japanissa viljeltävät lajit ovat meille suomalaisille melko vieraita. Matkakertomukseni jälkiosa keskittyy Japanin vesiviljelyn tutkimukseen siltä osin kuin siihen pääsin tutustumaan. On syytä huomauttaa, että kertomukseni kuvaus on vain osa Japanin vesiviljelyn tutkimuksesta ja matkaohjelmaani oli jo alunpitäen rajattu melko paljon. Ennen matkaani japanilaisille isännilleni oli ilmoitettu mm. seuraavia keskustelunaiheita: kalojen kasvu ja aineenvaihdunta, rehut, ravit-

semus ja ruokinta (etenkin lohikalat), automaatio ja tietojenkäsittely vesiviljelyssä, elävän ravinnon tuottaminen, lämminvesiviljely (etenkin hukkalämmön hyödyntäminen), lisääntymisen säätely, ankeriaanviljely sekä äyriäisten ja nilviäisten viljely. Luettelen nämä, koska suurin osa keskusteluistani pitäytyi näissä teemoissa.

Tutkimuslaitoksia käsitellessäni keskityn luettelemaan tärkeimpiä ja ajankohdaisimpia tutkimushankkeita. Tutkimusten ja niiden tulosten kuvaukset ovat esimerkinomaisia ja olenkin liittänyt ne matkakertomukseeni välittääkseni yleiskuvan tämän päivän japanilaisesta vesiviljelyn tutkimuksesta. Tarkempia tietoja näistä ja muistakin hankkeista saa tarvittaessa minulta.

## KALATALOUDEN MERKITYS JAPANILLE

Koska Japani on saarivaltio, jota meri ympäröi, on kalastus ollut perinteisesti merkittävä elinkeino japanilaisille. Runsaiden sateiden ja vuoristojen ansiosta Japanissa on lisäksi paljon kalastukseen sopivia sisävesiä. Maan pinta-alasta vain noin 15 % on tasaista ja sopii asutukseen ja maanviljelyyn, joten suurin osa ravinnosta on saatava muualta. Japanilaisten päivittäisestä valkuaisesta tuleekin noin 45 % kaloista, äyriäisistä ja simpukoista. Japanilaiset kuluttavat näitä tuotteita 65 - 70 kg henkeä kohti vuodessa.

Japanin kalastusteollisuuden tuotanto kasvoi tasaisesti toisesta maailmansodasta aina vuoteen 1973, jonka jälkeen tuotanto on vakiintunut hieman yli 10 miljoonaan tonniin. Vuonna 1985 tuotanto oli 11,4 miljoonaa tonnia. Tämä on noin 13 % maailman koko kalantuotannosta. Japanin tuotannosta yli 86 % käytetään ihmisravinnoksi, mikä on selvästi enemmän kuin maailmassa keskimäärin (noin 70 %). Lisäksi Japani on maailman suurin kalatuotteiden ostaja.

Viime aikoina Japanin kalastusteollisuuteen on merkittävimmin vaikuttanut maailman valtioiden siirtyminen 200 mailin kalastusvyöhykkeisiin. Tämä rajoitti huomattavasti japanilaisten kalastusalueita etenkin Tyynellämerellä. Tästä syystä Japani on viime vuosina keskittynyt parantamaan kalantuotantoa ja sen edellytyksiä omalla 200 mailin kalastusvyöhykkeellään. Yksi osoitus tästä on laaja tutkimusprojekti "Marine Ranching" vuosina 1980 - 1988. Tämän projektin tuloksia olen käsitellyt laajemmin toisaalla ('Miten kalakantojen tuottoa lisätään Japanissa?', Valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivät Jyväskylässä 5. - 6.4.1989).



Vesiviljelyn volyymi on myös kasvanut tasaisesti. Vuonna 1984 tuotanto oli 1,3 miljoonaa tonnia, joka on noin kymmenesosa kalatalouden kokonaistuotannosta Japanissa. Sisävesiviljelyn osuus on lähes puolet sisävesikalastuksen kokonaistuotannosta.

Tyypillistä Japanin vesiviljelyn kehitykselle on, että pyritään tuottamaan arvostettuja lajeja, joilla on korkea markkina-arvo. Tämä näkyy mm. siinä, että kun vesiviljelyn osuus Japanin koko kalataloustuotannosta on noin kymmeneksen, on sen osuus koko tuotannon arvosta lähes kaksi kymmenystä. Viljeltävien lajien ravintona hyödynnetään vähäarvoisia kalastuksesta peräisin olevia massalajeja lukuunottamatta levien, vesikasvien ja simpukoiden viljelystä. Näin vesiviljely ja sen taloudellisuus perustuu Japanissa paljolti eri lajien väliseen hintaeroon ja arvostukseen markkinoilla.

## JAPANIN YMPÄRISTÖOLOT JA VILJELYEDELLYTYKSET

Japani koostuu neljästä pääsaaresta ja lukuisista pienemmistä saarista, jotka sijaitsevat leveysasteiden 24 N ja 45 N välissä. Neljä suurinta saarta ovat *Hokkaido*, *Honsu*, *Shikoku* ja *Kyushu*. Hallinnollisesti Japani on jaettu 45 prefektuuriin.

Japanissa vallitsee lauhkea valtameri-ilmast, mutta maan pituus (yli 3 000 km) aiheuttaa suuria ilmastoeroja maan etelä- ja pohjoisosien välille. Pohjoisessa alin kuukausikeskilämpötila on alle -5 °C, kun taas etelässä se ei koskaan laske alle 13 °C:een. Korkein kuukausikeskilämpötila on etelässä yli 30 °C ja pohjoisessa yleensä alle 22 °C.

Japanin ilmastoa hallitsevat merivirrat. Japanin Tyynenmeren rannikkoa pitkin virtaa lämmin *Kuroshio* etelästä pohjoiseen. Ravinteikas ja kylmä *Oyashio* virtaa pohjoisesta etelään. Kuroshion haara virtaa pitkin Japaninmeren rannikkoa ja tunnetaan nimellä *Tsushima*.

Japanissa on vähän järviä ja useimmat joet ovat sopimattomia vesiviljelyyn rehevöitymisen, likaantumisen tai rakentamisen vuoksi. Maan eri osissa on kuitenkin merkittäviä pohjavesiesiintymiä, jotka sopivat hyvin vesiviljelyyn. Japanin rannikkovedet ovat melko rehevöityneitä sisämaasta virtaavien ravinteikkaiden jokien ja ihmisen toiminnan vuoksi. Useissa merenlahdissa rehe-

vöityminen on jo uhkana vesieliöiden esiintymiselle.

Rehevöitymisen ja likaantumisen lisäksi rannikkovesien hyödyntämistä vesiviljelyyn haittaavat rannikon avonaisuus ja voimakas vuorovesi-ilmiö. Vuoroveden aiheuttama vedenpinnan vaihtelu saattaa olla jopa yli 10 metriä.

Meriveden lämpötila vaihtelee paljon etelästä pohjoiseen mentäessä. Tästä syystä Japanissa voidaan menestyksekkäästi viljellä ympäristövaatimuksiltaan hyvin erilaisia vesieliöitä. Eteläisimmissä osissa meriveden lämpötila tuskin koskaan laskee alle 15 °C:een, kun taas pohjoisessa alhaisimmat lämpötilat ovat lähellä jäätymispistettä. Sisävesissä veden lämpötila on kesällä 20 - 25 °C ja talvella 0 - 5 °C, mutta maantieteellinen vaihtelu on suurta. Lämpimien pohjavesien lämpötila on yleensä 25 - 30 °C. Muiden pohjavesien lämpötila on yleisimmin 10 - 13 °C.

Vuoristojen takia sade jakautuu epätasaisesti. Talvella Japaninmeren rannikolla on runsaita lumisateita, mutta samaan aikaan Tyynenmeren rannikko on kovin vähäsateinen. Kesällä taas Tyyneltämereltä tuleva monsuuni tuo Japanin keski- ja eteläosiin rankkoja sateita (vierailuaikanaan Tamakissa satoi 220 mm yhtenä vuorokautena!). Hokkaidolla on taas tähän vuodenaikaan kuivahko kausi. Vuotuinen haihdunta on alueesta riippuen 1 000 - 4 000 mm. Yleensä haihdunta on suurinta kesäkuussa.

## **TÄRKEIMMÄT VILJELTÄVÄT LAJIT**

Vesiviljely jaetaan Japanissa sisävesiviljelyyn ja meriviljelyyn. Sisävesissä viljellään Tyynenmeren lohia istukkaiksi ja tämän lisäksi lähinnä ankeriasta, karppia, ajua ja kirjolohta ihmisravinnoksi. Viidentoista viimeisen vuoden aikana on alettu viljellä myös jonkin verran tilapioita.

Meressä viljeltävät lajit vaihtelevat maantieteellisesti. Japanin eteläosat sopivat hyvin lämminvesilajien viljelyyn, kun taas Honsun pohjoisosat ja Hokkaido sopivat lohikalojen viljelyyn. Meriviljely on Japanissa todella monimuotoista. Määrällisesti suurinta on merilevien tuotanto. Seuraavaksi eniten tuotetaan simpukoita, etenkin ostereita ja kampasimpukoita. Viljeltyt kalat ovat tuotantomäärältään vasta kolmannella sijalla. Lohikalojen verkkoallasviljelyä meressä ei Japanissa juuri harjoiteta epäsuotuisten ympäristöolojen vuoksi.

## Tyynenmeren lohet

Japanissa viljellään ja istutetaan lähinnä kolmea Tyynenmeren lohilajia: koiralohta (*Oncorhynchus keta*), kyttyrälohta (*O. gorbüsha*) ja masulohta (*O. masu*). Honsun saarella viljellään ja istutetaan myös amagolohta (*O. rhodurus*), lähinnä sen mereen vaeltavaa muotoa. Punalohen (*O. nerka*) viljelyä ja istuttamista kokeillaan vaikka tämä laji ei kuulu Japanin luontaiseen kalastoon. Istutuksista yli 90 % on koiralohta (taulukko 1), joten seuraavassa kuvataan lähinnä koiralohen viljelyä. Tosin kaikkien em. lohilajien viljely Japanissa on pääpiirteissään samanlaista.

Kaikkia lohilajeja viljellään myös vähäisessä määrin ruokakalaksi. Istukkaiksi ja ruokakalaksi viljellään pienessä määrin myös *Salvelinus* -suvun nieriöitä.

Koiralohi kutee lokakuun ja tammikuun välisenä aikana. Lohen fekunditeetti on 2 000 - 5 000 mätimunaa naarasta kohden. Sekä naaras että koiras kuolevat pian kudun jälkeen. Mädinkehitykseen hedelmöityksestä kuoriutumiseen kuuluu noin 500 päiväästettä. Luonnossa poikaset alkavat syödä 4 - 5 kuukautta kudun jälkeen. Veden lämpötilan kohotessa joessa poikaset vaeltavat mereen 3 - 6 cm:n kokoisina. Meressä ne viipyvät jonkin aikaa rannikon tuntumassa, mutta laajentavat kasvaessaan asteittain elinaluettaan myös avomerelle. Merivuotia koiralohelle kertyy 1 - 5, yleisimmin 2 - 3 vuotta. Viimeisen merivuoden huhti-toukokuussa lohet aloittavat kutuvaelluksensa Alaskanlahdelta kohti Japania, jonka rannikolla ne ovat syys-lokakuussa. Koiralohen markkinakoko on 1,5 - 6,0 kg, jolloin kalalla on pituutta 50 - 75 cm.

Koiralohen, kuten muidenkin Tyynenmeren lohien, kutualueet on hiljalleen tuhottu, ja kudulle palaavien lohien määrä on vähentynyt rajusti viime vuosisadan lopulta alkaen. Japanilla on pitkät perinteet lohikantojen hoidossa, sillä jo vuonna 1888 perustettiin ensimmäinen valtion lohenviljelylaitos Hokkaidolle. Tällä hetkellä Hokkaidolla ja Honsun pohjoisosissa on lukuisia sekä valtion että yksityisten viljelylaitoksia, jotka ovat keskittyneet Tyynenmeren lohien hoitoon. Nämä viljelylaitokset tuottivat vuonna 1986 kaikkiaan 2 140 miljoonaa istutettua poikasta, mikä vastaa noin 2 800 miljoonaa lohen mätimunaa. Näistä 600 miljoonaa istutetaan ruskuaispussivaiheen lopulla jokiin. Muita ruokitaan kuukauden ajan, ja tämän jälkeen ne istutetaan jokiin.

Taulukko 1. Tärkeimmät istutetut kalalajit Japanissa vuonna 1986.

| <u>laji</u>                                              | <u>istutus 1000 kpl</u> |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|
| koiralohi, <i>O. keta</i>                                | 2 000 458               |
| kyttyrälohi, <i>O. gorbuscha</i>                         | 125 638                 |
| masulohi, <i>O. masu</i>                                 | 13 795                  |
| punalohi, <i>O. nerka</i>                                | 75                      |
| silli, <i>Clupea pallasii</i>                            | 656                     |
| keltapyrstöpiikkimakrilli, <i>Seriola quinqueradiata</i> | 1 722                   |
| juovahuulikala, <i>Halichoeres poecilepterus</i>         | 3 165                   |
| japaninmeribassi, <i>Lateolabrax japonicus</i>           | 745                     |
| japaninmursija, <i>Parapristipoma trilineatum</i>        | 275                     |
| mustahammasahven, <i>Acanthopagrus shlegeli</i>          | 5 829                   |
| punahammasahven, <i>Pagrus major</i>                     | 17 428                  |
| japanintähystäjä, <i>Arctoscopus japonicus</i>           | 305                     |
| vihersimppu, <i>Hexagrammos otakii</i>                   | 1 116                   |
| punasimput, <i>Sebastes sp.</i>                          | 1 393                   |
| japaninkampela, <i>Paralichthys olivaceus</i>            | 5 860                   |
| hietakampelat, <i>Limanda sp.</i>                        | 1 433                   |
| pallokala, <i>Takifugu rubripes</i>                      | 796                     |

Istutusten ansiosta kudulle palaavien lohien määrä on kasvanut rajusti. Vuonna 1970 kannan ollessa pieni saatiin saaliiksi noin 5 miljoonaa kudulle nousevaa lohta. Viime vuosina saaliiksi on saatu 43 - 49 miljoonaa lohta vuosittain. Osa lisäyksestä johtuu istutusten lisäämisestä ja osa siitä, että istutetut poikaset jäävät paremmin eloon uusien viljelymenetelmien ansiosta. Samanaikaisesti kudulle palaavien lohien keskikoko on kuitenkin pienentynyt, mikä huolestuttaa joitakin japanilaisia tutkijoita.

Lohenkalastus joessa on Japanissa sallittu ainoastaan viljelylaitoksille, jotka hankkivat emokaloja. Kaikki mätä saadaan luonnosta, kudulle nousevista kaloista. Parhaana emokalojen keruutapana pidetään kalaportaan rakentamista joessa olevalta padolta suoraan viljelylaitokseen, jossa emot lajittelun jälkeen joko lypsetään tai siirretään säilytysaltaisiin. Joissakin hautomoissa kovat kalat voidaan palauttaa takaisin portaan suulle, jolloin kalat saavuttavat useimmiten kutuvalmiuden noustessaan porrasta toista kertaa. Kalaportaan rakentamiseen soveltuvia paikkoja ei kuitenkaan ole helppoa löytää Japanissa. Lisäksi portaan rakentaminen on kallista. Yleisimmin lohett pyydetäänkin jo-

esta, nyttemmin tappioiden vähentämiseksi usein jo jokisuulta, pyydyspatojen avulla. Myös intiaanien vanha vesimyllyyn perustuva kalojen kiinniottolaite on käytössä muutamissa joissa.

Kalojen lypsyssä ja mädin hedelmöityksessä käytetään kuivahedelmöitystä kuten meilläkin. Usein lypsy ja hedelmöitys tehdään lähellä kalojen keruupaikkaa ja vastalypsetty, hedelmöitetty mätä kuljetetaan toisaalla sijaitsevaan hautomoon.

Kuoriutumisen jälkeen ruskuaispussipoikaset siirretään betonisiin uoma-altaisiin. Altaat ovat 30 - 40 metriä pitkiä ja 3 - 4 metriä leveitä ja niiden pohjalla on soraa. Ruskuaispussipoikasia sijoitetaan altaaseen 6 000 - 12 000 kpl/m<sup>2</sup>. Altaan vedensyvyys on 30 cm, ja vettä johdetaan myös soran alle. Veden tarve on noin kuutiometrin minuutissa 10 miljoonaa poikasta kohti. Hautomot käyttävät yleensä pohjavettä.

Ruskuaispussivaiheen lopussa osa poikasista istutetaan jokeen, mutta suurin osa siirretään uomamaisiin jatkokasvatusaltaisiin. Altaat ovat samankokoisia kuin ruskuaispussivaiheessa käytetyt, mutta vedensyvyys on nyt 50 - 100 cm. Veden tarve on tässä vaiheessa 3 m<sup>3</sup> minuutissa 10 miljoonaa poikasta kohti. Poikasia ruokitaan noin kuukauden ajan kuivarehulla. Ruokintaviljelyllä saavutetaan kaksi etua aikaisempaan istutukseen verrattuna: (1) poikaset ovat istutettaessa suurempia ja (2) istutusaika osuu paremmin yhteen luonnonravinnon tuotannon kanssa. Näin poikasia jää enemmän eloon.

Tautien ja loisten osalta tilanne japanilaisessa lohenviljelyssä on hyvin samankaltainen kuin Suomessa. Emokaloja säilytettäessä vaivana on usein homeartunta. Mädin haudonnassa kiusana on home ja poikasvaiheessa loiset kuten *Trichodina*, *Chilodonella* ja *Ichtyophthirius*. Tautien ja loisten torjuntaan ja hoitoon käytetään samoja menetelmiä kuin Suomessakin.

### Kirjolohi

Kirjolohta (*Oncorhynchus mykiss*) on viljelty Japanissa jo yli sata vuotta, ja sen suosio on lisääntynyt viime vuosina. Kirjolohen tuotanto on vakiintunut tasolle 20 000 tonnia vuodessa. Osa tuotannosta menee vientiin. Kotimaan markkinakoko on 100 - 150 g ja viennin 200 - 250 g. Kirjolohen viljely on keskittynyt melko voimakkaasti Honsun keskiosiin. Laji elää nykyään luonnonvaraisena

## Pohjois-Japanin joissa.

Viljelyn tarvitsema mäti saadaan laitoksissa pidettävistä emokaloista. Käsinylyksen sijaan kalat lypsetään usein paineilman avulla. Ihon läpi työnnetyn neulan kautta puhalletaan ilmaa kalan ruumiinonteloon, jolloin ruumiinontelo tyhjenee mädistä paineen vaikutuksesta. Menetelmällä sanotaan olevan seuraavia etuja käsinylysyyn verrattuna: (1) työntekijät eivät tarvitse erityistä taitoa tai harjaannusta lypsämiseen, (2) mätimunat pysyvät ehjinä ja puhtaina eikä niitä tarvitse huuhtoa isotonisella liuoksella ja (3) kala voidaan lypsää täysin tyhjäksi. Tarvittava paine saadaan aikaan polkupyörän pumpulla tai pienellä kompressorilla. Paineilmaa käytetään myös koiraiden lypsässä. Hedelmöityksessä käytetään 5 - 10 ml maitia 10 000 mätimunaa kohti.

Mäti haudotaan ja kuoriutetaan kaukaloissa asettien päällä. Yhteen kaukaloon mahtuu noin miljoona silmäpisteasteella olevaa mätimunaa. Silmäpisteasteen jälkeen mätiä voidaan jättää kaukaloon noin viidennes alkuperäisestä määrästä. Haudonnassa pyritään käyttämään pohjavettä, jonka lämpötila on 7 - 13 °C. Ruskuaispussivaiheen lopulla poikaset siirretään katettuihin betonialtaisiin. Uomamaisen altaan koko vaihtelee 10 - 30 neliömetriin ja vedensyvyys on 30 - 50 cm. Kaloja ruokitaan kuivarehulla 1 - 5 gramman kokoisiksi, jonka jälkeen ne myydään jatkokasvatukseen.

Jatkokasvatus tapahtuu joko maa- tai betoniuoma-altaissa, jotka ovat kooltaan 50 - 150 m<sup>2</sup>. Kasvatuksessa pyritään käyttämään pohjavettä suotuisan lämpötilan vuoksi, mutta myös jokivesiä on käytössä.

## Ankerias

Ankerias (*Anguilla japonica*) on tärkein Japanin sisävesissä viljeltävistä kaloista. Sitä pidetään herkullisena ja terveellisenä ravintona. Sen suosio ja kysyntä ovat suuria ja hintakin korkeahko (noin 45 mk/kg). Markkinakoko on 150 - 200 grammaa. Yleisin ankeriaan valmistustapa ruuaksi on *kabayaki*: paloina pariloitu ankerias, joka on marinoitu makeassa soijakastikkeessa.

Japaninankeriaan viljely aloitettiin viime vuosisadan lopulla. 1950- ja 1960-luvulla ankeriassaaliit pienenivät vesistörakentamisen ja likaantumisen vuoksi. Vuotuinen ankeriassaalis on nykyään vain noin 2 000 tonnia. Viljellyn ankeriaan tuotanto on kasvanut nopeasti ja on nykyään noin 40 000 tonnia vuodessa,

joten viljelyllä tyydytetään valtaosa markkinoista. Japaniin on tuotu myös euroopanankeriasta (*Anguilla anguilla*), mutta sen viljely on nykyään merkityksentöntä. Euroopanankeriasta tuotiin 1970-luvulla, koska japaninankeriaan lasiankeriaita ei saatu viljelyn tarvitsemaa määrää. Ankeriaan viljely on keskitynyt Honsun keski- ja eteläosiin, Shikokulle ja Kyushulle.

Pitkän viljelyperinteen vuoksi ankeriasta viljellään Japanissa monin eri tavoin. Yleisimmin ankeriaat kasvatetaan suurissa betonialtaissa, jotka on kalettu kuten kasvihuoneet. Kattaminen vähentää veden lämmityskustannuksia, ja suojaa kaloja ulkoisilta häiriöiltä ja kirkkaalta auringon paahteelta. Tämäntyyppiset laitokset ovat kiertovesilaitoksia ja käyttävät usein lämpimiä pohjavesiä (lämpötila 25 - 30 °C). Kierrätysuhde vaihtelee vuodenajan ja veden lämpötilan mukaan. Keskikokoisen laitoksen allaspinta-ala on 1 500 - 2 000 m<sup>2</sup>. Useimmissa laitoksissa on erikokoisia altaita eri kasvatusvaiheille (taulukko 2), mutta on myös laitoksia, joissa on vain kahta tai kolmea kokoa olevia monikäyttöaltaita.

Taulukko 2. Japanilaisen ankeriaanviljelylaitoksen tyypillinen allastus.

| <u>altaan koko</u>       | <u>määrä</u> | <u>käyttötarkoitus</u>              |
|--------------------------|--------------|-------------------------------------|
| 30 - 50 m <sup>2</sup>   | 2            | poikasten alkukasvatus              |
| 100 - 150 m <sup>2</sup> | 2            | poikasten jatkokasvatus             |
| 150 - 200 m <sup>2</sup> | 2            | keskikokoisten ankerioiden kasvatus |
| 200 - 300 m <sup>2</sup> | 3            | kasvatus myyntikokoon               |
| 50 - 100 m <sup>2</sup>  | 2            | lajittelu ja väliaikaissäilytys     |

Altaat ovat joko uomamaisia tai kuusikulmaisia. Vedensyvyys on poikasia kasvatettaessa 50 - 70 cm ja myöhemmin 70 - 100 cm. Kierrätysvesi suodatetaan yleensä sekä mekaanisesti että biologisesti. Veden liikettä altaissa voimistetaan sähkömoottoreilla toimivien siipirattaiden avulla, jolloin vesi myös ilmastuu. Veden liikkeen ansiosta altaat toimivat itsepuhdistuvina.

Ankeriaita ruokittiin aikaisemmin pakastetulla kalalla, mm. makrillilla ja sardiinilla. Viljelyn laajentuessa pakastetun kalan käytössä ilmeni kuitenkin alan kehitystä haittaavia ongelmia kuten kalan epävarma saatavuus, laajojen kylmätilojen tarve, työvaltaisuus ja viljelyveden likaantuminen. Viime vuosina pakastettu kala on korvattu lähes täysin keinorehulla. Ankeriaan keinorehu vastaa meillä käytettäviä pehmeäraehren esiseoksia. Koostumus vaihtelee

hieman riippuen siitä, minkäkokoiselle kalalle rehu on tarkoitettu (taulukko 3). Ruokittava rehu valmistetaan sekoittamalla vettä, öljyä (valmiissa rehussa noin 7%) ja vitamiiniseosta keskenään. Seoksessa voidaan käyttää myös jauhattua kalaa. Seokseen lisätään esiseosta likimain sama määrä kuin käytettiin vettä ja seos sekoitetaan hyvin taikinaksi. Valmis rehu säilyy huonosti ja se on käytettävä mahdollisimman nopeasti valmistuksen jälkeen. Käytetyt ruokintasuhteet ovat 2 - 6 % kalamassasta 40 gramman kokoiseen kalaan asti ja tämän jälkeen 1 - 3 % kalamassasta vuorokaudessa. Kerta-annos mitoitetaan siten, että kalat syövät kaiken rehun vähintään tunnin, mielellään puolen tunnin kuluessa. Japanissa tehdään kokeita myös ankeriaalle sopivan rakeisen kuiva-rehun käytöstä.

Taulukko 3. Ankeriaan keinorehun valmistukseen tarkoitettun esiseoksen tyyppillinen koostumus (%).

|            | <u>poikanen</u> | <u>nuori kala</u> | <u>aikuinen kala</u> |
|------------|-----------------|-------------------|----------------------|
| valkuainen | >55,0           | >50,0             | >45,0                |
| rasva      | >3,0            | >3,0              | >3,0                 |
| tuhka      | <17,0           | <17,0             | <17,0                |
| kuitu      | <0,8            | <0,8              | <0,8                 |
| kalsium    | >2,5            | >2,5              | >2,5                 |
| fosfaatit  | >1,5            | >1,5              | >1,4                 |

Ankeriaanpoikasia kerätään jokisuista myöhäissyksystä talveen. Ankeriaanviljelijät ostavat poikaset kalastajilta tarkan kunnonmäärityksen jälkeen. Poikaset ovat tällöin 0,2 - 0,3 gramman painoisia. Laitoksessa poikaset siirretään ensin 30 - 50 m<sup>2</sup>:n betonialtaisiin, joissa vedensyvyys on 50 - 70 cm. Poikasia aletaan ruokkia vasta 3 - 4 päivän totutusajan jälkeen. Totutuksen aikana veden lämpötila nostetaan hiljalleen 25 - 28 °C:een. Alkuruokintaan käytetään murskattuja harvasukamatoja. Madot levitetään ympäri allasta, jotta kaikilla poikasilla on varmasti mahdollisuus saada ravintoa. Ruokinta-aluetta kavennetaan pikku hiljaa kunnes poikasia ruokitaan ainoastaan yhdessä kiinteässä ruokintapisteessä. Poikaset opetetaan näin ruokailemaan tietyssä paikassa tiettyyn aikaan päivästä.

Ensimmäisen kuukauden aikana poikasia ruokitaan kaksi kertaa päivässä: aikaisin aamulla ja myöhään illalla. Ruokintapisteeseen asetetaan 20 - 40 W:n



valaisin. Ruokinta-aikaa siirretään hiljalleen päiväaikaan, mutta edelleen kaloja ruokitaan 2 - 3 kertaa päivittäin kolmen ensimmäisen kuukauden aikana. Ruokinnan aloittamisen jälkeen harvasukamadot korvataan asteittain keinorehulla. Keinorehun antaminen aloitetaan totutusruokinnan toisella tai kolmannella viikolla. Rehutaikina on aluksi mahdollisimman pehmeää ja sen kovuutta lisätään poikasten kasvaessa.

Poikasten viljelytiheys on 150 - 300 g/m<sup>2</sup>. Hyvissä oloissa tiheys voi olla jopa 600 - 1 200 g/m<sup>2</sup>. Poikasten eloonjäävyys yhden gramman kokoon asti on 80 - 90 %.

Kun poikaset on totutettu pelkän keinorehun käyttöön, ne lajitellaan ensimmäisen kerran. Poikaset kerätään putkia pitkin lajittelukaukaloön. Lajitellut jaokset siirretään uusiin kasvatusaltaisiin. Lajittelu kuuluu kiinteästi ankeriaan viljelyyn. Ensimmäisen lajittelun jälkeen kalat on lajiteltava keskimäärin kuukauden välein. Lajittelulla saavutetaan seuraavia hyötyjä: (1) kasvatettavien kalojen määrä on tarkasti tiedossa, (2) rehukerroin paranee, koska yli-ruokintaa pystytään vähentämään, (3) kalojen kuntoa voidaan seurata tarkasti ja (4) altaat voidaan puhdistaa huolellisesti lajittelun yhteydessä.

Ensimmäisen lajittelun jälkeen kaloja ruokitaan vain kerran päivässä. Kasvatustiheys on 10 gramman painoisella poikasella 3 - 6 kg/m<sup>2</sup> ja sitä suuremmilla 9 - 21 kg/m<sup>2</sup>. Viljelyaltaiden ja -veden puhtauteen kiinnitetään erityistä huomiota, jotta vältytään turhalta stressiltä ja kasvun hidastumiselta. Talviajaksi veden käyttö vähennetään mahdollisimman pieneksi, jotta lämmityskulut pysyisivät pieninä.

Nopeakasvuisimmat yksilöt saavuttavat myyntikoon (150 - 200 g) viidessä kuukaudessa viljelyn aloittamisesta, suurin osa viljellyistä ankeriaista viimeistään kuudessa kuukaudessa. Kasvu 0,2 - 0,3 gramman poikasesta 200 gramman kokoon on siis varsin nopeaa. Myytävät yksilöt siirretään muovisiin säilytyskoreihin, joissa kaloja paastotetaan vähintään vuorokauden ajan ennen myyntiä.

## Aju

Aju (*Plecoglossus altivelis*) on Japanin sisävesikaloista arvostetuin. Kala on maultaan hyvä ja ulkoiselta olemukseltaan kaunis. Ajun kysyntä ylittää jat-

kuvasti sen tarjonnan Japanissa.

Aju kuuluu lohikalojen heimoon *Plecoglossidae* ja on taksonomisesti lähellä kuoretta. Aju saavuttaa 30 cm:n ja 200 g:n koon. Markkinoitavat kalat ovat noin 15 cm pitkiä ja painavat 50 - 100 grammaa. Aju elää virtaavissa vesissä ja kutee syys-marraskuun aikana. Aju tekee kutuvaelluksen joen alavirtaan. Mätimuna on halkaisijaltaan noin millimetrin ja mätä kiinnittyy joen sorapohjaan.

Poikaset kuoriutuvat melko pian kudun jälkeen: 20 °C:een lämpötilassa 10 vuorokaudessa ja 15 °C:ssa 17 vuorokaudessa. Kuoriutuvat poikaset ajautuvat virran mukana mereen, jossa ne viettävät ensimmäisen talvensa. Meressä talvehtimisen onnistuu parhaiten 13 - 18 °C:een lämpötilassa. Poikaset syövät meressä eläinplanktonia. Keväällä, kun jokiveden lämpötila saavuttaa meriveden lämpötilan, poikaset aloittavat jokivaelluksen ja nousevat joen keskivaiheille. Joessa kalat kasvavat kesän aikana nopeasti syöden pääasiassa pieniä leviä kuten epifyyttisiä piileviä, sinileviä ja viherleviä. Aju muodostaa noin neliömetrin kokoisen reviirin, jokatakaa riittävän levätuotannon kalan nopealle kasvulle. Mikäli levää on niukalti, ajut syö myös pieniä selkärangattomia. Kalat pysyttelevät joen keskivaiheilla, kunnes ne syksyllä aloittavat kutuvaelluksensa alavirtaan. Ajulla on myös järvimuoto, joka viettää koko elämänsä makeassa vedessä.

Ajun kalastus joissa on kannan säilyttämiseksi kielletty tammikuusta toukokuuhun. Vuosittaiset saaliit ovat 10 000 - 14 000 tonnia, joka on 20 - 30 % Japanin koko sisävesikalastuksen saaliista. Ajunviljely alkoi 1960-luvun lopulla, ja tuotanto on kasvanut tasaisesti, niin että se oli 1980-luvun alussa jo noin 8 000 tonnia vuodessa.

Ajunviljely perustuu pääosin poikasten keräämiseen luonnosta. Poikasia pyydystetään yleensä jokivaellusvaiheen alussa jokisuista tai merenrannikolta. Poikaset totutetaan makeaan veteen 3 - 4 päivän aikana lisäämällä asteittain makean veden osuutta viljelyvedessä. Pääosa viljelyyn tulevista poikasista kerätään kuitenkin Biwa-järvestä, jossa elää mereen vaeltamaton järviaju.

Viljelyyn saadaan poikasia myös kutupyynnin avulla. Emokaloista saadun mädin eloonjäävyys haudonnassa on 30 - 70 %. Poikaset aloittavat syömisen 5 - 7 mm:n mittaisina päivän tai kahden kuluttua kuoriutumisesta. Alkukasva-

tukseen käytetään suorakulmaisia altaita, joiden tilavuus on 30 - 60 m<sup>3</sup>. Veden lämpötilan tulee olla yli 13 °C, mutta optimilämpötila on 15 - 20 °C. Kuoriutumisen jälkeisenä viikkona poikaset pidetään seisovassa vedessä. Tämän jälkeen virtausta lisätään asteittain poikasten kasvaessa. Sopiva viljelytiheys alkukasvatuksessa on 10 - 20 yksilöä litrassa vettä. Poikasia ruokitaan elävillä rataseläimillä (*Brachionus plicatilis*) ainakin ensimmäisen kuukauden ajan. Mikäli rataseläimiä on saatavissa riittävästi, ei muuta ravintoa tarvita.

Neljän, viiden kuukauden kuluttua kuoriutumisesta poikaset ovat 50 - 70 mm pitkiä, painavat 1 - 2 grammaa ja ovat valmiita siirrettäviksi jatkokasvatukseen. Pääosa keinollisesti haudotuista poikasista istutetaan luonnonvesiin. Julkisen sektorin lisäksi yksityiset viljelijät ovat alkaneet tuottaa ajunpoikasia. Yksityisten kasvattamat poikaset myydään lähes kokonaan ajun jatkoviljelyyn.

Jatkoviljelyssä käytetään yleisimmin joki- tai pohjavettä. Veden vaihtuvuus lammikoissa on 50 - 100 % tunnissa ja lammikoiden tilavuus 100 - 200 m<sup>3</sup>. Veden tarve on näin likimain 30 litraa sekunnissa. Vettä ilmastamalla ja hapettamalla voidaan tulla toimeen pienemmällä vesimäärällä. Ajunviljelyssä käytetään myös veden kierrätystä, mikäli vesivarat ovat niukat.

Viljelyaltaat ovat yleensä betonisia pyöreitä tai suorakulmaisia altaita. Suosituimpia ovat pyörövirtausaltaat. Vedensyvyytensä altaassa käytetään 90 - 120 cm:ä. Altaan halkaisija on 10 - 11 metriä ja pohjan kaltevuus keskellä olevaa poistoa kohti 1:50. Ajua viljellään tavallisesti taivasalla, mutta etenkin laitoksissa, jotka saavat poikasensa jo aikaisin keväällä, altaat on katettu kuten ankeriaanviljelylaitoksissa. Viljelyaltaiden lisäksi ajulaitoksessa on 10 - 30 m<sup>2</sup>:n allasala varattuna kalojen paastotukseen ennen myyntiä. Paastotusaika on 1 - 2 vuorokautta.

Ajun ruokinnassa käytetään nykyään pääasiassa kuivarehuja. Kuivarehun karkea koostumus on 45 % valkuaista, 3 % rasvaa, 4 % kuitua ja 15 % tuhkaa. Jatkoviljelyssä ajua ruokitaan aluksi 5 - 6 kertaa vuorokaudessa. Aivan samoin kuin ankeriaan totutusruokinnassa rehu levitetään aluksi koko altaan alalle ja ruokinta-aluetta kavennetaan asteittain, kunnes ruokitaan ainoastaan yhteen ruokintapisteeseen, joka sijaitsee yleensä tulovesiputken lähellä. Kalojen saavutettua 5 gramman koon ruokintakertoja harvennetaan kahteen vuorokaudessa, tosin viime aikoina myös jatkuva ruokinta automaattisilla ruokintalaitteilla on yleistynyt. Käytettävä ruokintasuhde vaihtelee lämpötilan

ja kalan koon mukaan ja on esimerkiksi 25 °C:een lämpötilassa 10 gramman kalalla 10 % ja 60 gramman kalalla 4,5 % kalamassasta vuorokaudessa. Vastaavat ruokintasuihteet ovat 15 °C:ssa 5 % ja 2 %. Rehukerroin on ajunviljelyssä 1,2 - 1,4.

Jatkoviljelyn viljelytiheys riippuu ennen kaikkea käytettävissä olevan veden määrästä. Edellä esitetyn veden vaihtuvuuden mukaan (50 - 100 % tunnissa) voidaan asettaa 100 - 300 jatkoviljelyyn tulevaa poikasta neliometriä kohti. Tämä vastaa 10 - 30 kg:n myytävää tuottoa yhdeltä allasneliometriltä. Jatkoviljelyn kuolleisuus on noin 20 %. Nopean kasvun ja hyvän rehukertoimen ylläpitämiseksi sekä kannibalismin vähentämiseksi kalat lajitellaan vähintään kolmesti kasvatuskauden aikana.

Ajun tullessa sukukypsäksi syksyllä sen ihon väri tummenee ja markkina-arvo laskee. Useat ajut myöskin kuolevat pian sukukypsiksi tultuaan. Tästä syystä ajunviljelyssä on tärkeää säätää kalojen sukukypsyyden kehittymistä. Sukukypsyyden kehittymistä pyritään viivyttämään siten, että kalojen markkinointiarvo olisi mahdollisimman korkea koko syksyn ja talven. Tuolloin viljelyn ajun markkinat ovat parhaimmillaan, koska kalastetun ajun tarjonta on vähäistä. Sukukypsyyden säätely onnistuu parhaiten valojaksoisuutta muuttamalla. Ajun kutuvalmius kehittyy päivän lyhetessä syksyllä, joten kutuvalmiuden kehittymistä voidaan viivyttää pitämällä kalat pitkässä päivässä niin kauan kuin on tarpeellista. Keinovalaistuksen tulee olla tasainen koko altaan alalla ja valaisintehon vähintään 50 luksia veden pinnasta mitattuna. Keinovalaistus aloitetaan elokuussa ja päivänpituus pidetään yli 16 tunnin.

Ajunviljelyä haittaavat muutamat kalataudit, joista hankalin on ilmeisesti vibrioosi, joka iskee merestä pyydettyihin poikasiin makeaan veteen siirron jälkeen.

## Karppi

Karpinviljelyllä on Japanissa pitkät perinteet. Kaupallinen viljely alkoi kuitenkin vasta 1830-luvulla. Karpin (*Cyprinus carpio*) ruokintaan käytettiin silkkiperhosen toukan koteloita. Viljelyn tuotanto kasvoi hitaasti aina 1930-luvulle asti menetelmänä käytettiin viljelyä riisipelloilla. Tuholaistorjunta-aineiden käytön yleistyessä riisinviljelyssä 1950- ja 1960-luvuilla karpintuotanto laski romahdusmaisesti. 1960-luvun loppupuolella kehitettiin intensiivisen karpin-

viljelyn menetelmiä sekä keinorehuruokintaa ja karpintuotanto alkoikin voimakkaasti lisääntyä. Pääasialliset viljelymenetelmät ovat nykyään intensiivinen lammikkoviljely kastelulammikossa (39 % tuotannosta), verkkoallasviljely järvissä (37 %), viljely virtaavan veden lammikoissa (14 %) ja viljely seisovan veden lammikoissa (10 %). Karpintuotanto on viime vuosina ollut vajaat 30 000 tonnia vuodessa.

Karpinviljelijät muodostavat Japanissa kolme ryhmää: (1) alkukasvattajat, jotka tuottavat ja hautovat mädin sekä kasvattavat poikaset noin yhden gramman kokoisiksi, (2) vuosikkaiden viljelijät, jotka kasvattavat poikaset 100 - 200 gramman kokoon myytäväksi (3) lopputuottajille, jotka kasvattavat vuosikkaat seuraavan vuoden aikana myyntikokoisiksi. Tavallinen myyntikoko on 700 - 1 000 grammaa. Suurehkot yritykset toimivat kaikilla kolmella saralla, mutta useat pienet viljelijät ovat erikoistuneet tiettyyn kasvatusvaiheeseen.

Mädintuotannossa käytetään tavallisesti yli 4-vuotiaita kaloja. Tämä takaa ta-saisen tuotantotuloksen. Emoja ruokitaan kutua edeltävästä syksystä kutuun asti rehulla, joka sisältää 70 % kasviperäistä ja 30 % eläinperäistä ainesta. Kutuvalmiuden kehittymisen nopeuttamiseksi rehuun lisätään vitamiineja ja mineraaleja. Kutuvalmiuden lähestyessä valitaan kunnoltaan parhaat kalat ja siirretään ne emoaltaisiin. Niissä kaloja pidetään toukokuuhun asti, ja niitä ruokitaan koko ajan. Veden lämpötilan noustessa 17 - 18 °C:een naaraat ja koiraat (kaksi koirasta yhtä naaraa kohti) siirretään kutulammikoihin, jotka on sisustettu vesikasveilla ja keinotekoisilla mädinkerääjillä. Käytetyt altaat ovat yleensä betonisia. Kudun laukaisemiseksi lammikkoon johdetaan jatkuvasti vettä, jonka lämpötila on 2 - 3 °C korkeampi kuin lammikkoveden lämpötila. Kutu tapahtuu yleensä kahden vuorokauden aikana emojen siirrosta. Kalat aloittavat yleensä kudun aikaisin aamulla ja se jatkuu puolille päivin. Yhdestä 4 kg:n painoisesta naaraasta saadaan 10 - 15 miljoonaa mätimunaa. Kudun jälkeen mädinkerääjiä pidetään 1 - 2 ppm:n malakiittivihreäliuoksessa 10 - 30 minuutin ajan homeen torjumiseksi. Mädistä kuoriutuu tavallisesti 30 - 80 %.

Mädin kehitys riippuu lämpötilasta seuraavasti: 15 °C:ssa poikaset kuoriutuvat 6 vuorokauden, 20 °C:n 4 vuorokauden, 25 °C:ssa 3 vuorokauden ja 30 °C:ssa 1,2 vuorokauden kuluttua. Poikaset uivat vapaasti 2 - 3 päivän kuluttua kuoriutumisesta. Tällöin poikaset siirretään ennalta lannoitettuihin lammikoihin, joissa on myös aiemmin aloitettu eläinplanktonin, yleensä *Daphnian*, viljely. Lammikot ovat yleensä maalammikoita, joiden valmistelua on kuvattu taulu-

100 - 200 kg/m<sup>2</sup>. Verkkoallasrakenteita voidaan käyttää kolme vuotta, jonka jälkeen ne on uusittava.

Karpinviljelyä eivät kalataudit juuri Japanissa haittaa. Suotuisissa oloissa tavataan hyvin harvoin kalatauteja. Yleisin taudeista on valkopilkkutauti.

Japanissa viljellään myös hyvin pieniä määriä ruohokarppia (*Ctenopharyngodon idella*) ja hopeakarppia (*Hypophthalmichthys molitrix*), mutta nämä lajit eivät ole kovin suosittuja Japanissa.

### Keltapiikkipyrstömakrilli

Keltapiikkipyrstömakrilli (*Seriola quinqueradiata*) on erinomaista raaka-ainetta *sashimiin*, japanilaiseen ruokalajiin: raakaa fileoitua kalaa tarjottuna soijakastikkeeseen ja piparjuuren kera. Keltapiikkipyrstömakrillia käytetään myös *sushiin*, jossa raakoja kalanpaloja tarjotaan etikalla maustettujen riisikakkujen päällä. Kyseiset ruuat ovat japanilaisten suosituimpia ruokalajeja, joten ei ole ihme, että keltapiikkipyrstömakrilli on yksi Japanin suosituimpia kalalajeja.

Keltapyrstöpiikkimakrilli kuuluu piikkimakrillien heimoon ja voi saavuttaa noin yhden metrin pituuden, jolloin kala painaa noin 13 kg. Markkinoille tulevat kalat ovat kooltaan vajaasta kilosta aina seitsemään kiloon. Lajin levinneisyys noudattaa lämpimien merivirtojen esiintymistä ja sitä tavataan Hokkaidolta Taiwanin pohjoisosiin. Kalat vaeltavat kevään ja kesän aikana pohjoiseen ja palaavat etelämmäksi syksyn ja talven aikana. Edellinen vaellus on nuorten kalojen ruokailuvaellus ja jälkimmäinen kutuvaellus. Lajin tärkeimmät kutualueet sijaitsevat Kiinanmeren eteläosissa sekä Japaniin kuuluvien Kyushun ja Shikokun saarten ympärillä. Kutuaika vaihtelee helmikuusta toukokuuhun alueesta riippuen. Mäti on halkaisijaltaan 1,0 - 1,5 mm. Poikaset kuoriutuvat noin 50 tunnin kuluttua hedelmöityksestä, jos lämpötila on 18 - 24 °C. Kuoriutuvat poikaset ovat 3,5 mm pitkiä ja niitä tavataan runsaimmin alueilla, joissa veden lämpötila on 19 - 21 °C ja saliniteetti 19,1 - 19,3 ‰.

Poikaset kulkeutuvat lämpimän Kuroshio-virran mukana pohjoisemmaksi ja kokoontuvat alueella, johon on kerääntynyt runsaasti merilevää. Poikaset kiinnittyvät ajelehtivaan merilevään ja kasvavat levään kiinnittyneinä noin 15 cm:n pituisiksi. Tämän jälkeen poikaset alkavat uida vapaasti. Noin 4 cm:n

kokoisiksi poikaset syövät pääasiassa hankajalkaisia ja myöhemmin pieniä kaloja kuten sardellia. Yli 15 cm:n kalat syövät lähinnä sardiinia, makrillia ja mustekalaa.

Keltapyrstöpiikkimakrillin viljely aloitettiin Japanissa 1930-luvulla. Viljely lisääntyi huomattavasti, kun verkkoaltaiden käyttö yleistyi 1960-luvun loppupuolella. 1970-luvun alussa viljellyn ja kalastetun keltapyrstöpiikkimakrillin määrät olivat jo likimain samat, mutta saman vuosikymmenen lopulla viljellyn kalan määrä oli jo 3,5-kertainen kalastuksen saaliiseen verrattuna. Saalis oli vastaavana aikana pudonnut lähes puoleen. Nykyään lajia viljellään laajalti Japanin keski- ja pohjoisosissa. Tuotanto on tällä vuosikymmenellä vakiintunut noin 150 000 tonniin. Kalan kauppahinta on 50 - 70 mk/kg.

Keltapyrstöpiikkimakrillin viljelyssä käytetään verkkoaltaita, verkkoaitauksia ja pengerrerettyjä altaita. Viljely verkkoaltaissa on menetelmistä tuottoisin, koska veden vaihtuvuus on parempi kuin muissa kasvatustavoissa. Verkkoaitausten ja pengeraltaiden lukumäärä onkin viime aikoina vähentynyt huomattavasti.

Viljelyn ongelmana on, kuten monien muidenkin Japanissa viljeltävien meristen kalalajien viljelyssä, että keinollisesti tuotettujen poikasten kysyntä ylittää niiden tarjonnan. Tästä syystä viljely perustuu suuressa määrin luonnosta kerättäviin poikasiin. Poikasia kerätään Japanin eteläosissa touko- ja kesäkuun aikana. Keruu on sallittua vain tietyille poikasten pyyntiin erikoistuneille kalastajille. Kerätyt poikaset siirretään säilytystiloihin, lajitellaan ja myydään edelleen jatkokasvattajille. Kasvattajat siirtävät poikaset suoraan kasvatusaltaisiin, useimmiten siis verkkoaltaisiin.

Verkkoaltaat ovat hyvin samankaltaisia kuin meillä lohikalojen viljelyssä käytettävät verkkoaltaat. Allaskehikot ovat useimmiten kooltaan 7 m x 8 m ja kassin syvyys 7 m. Tyypillinen viljelytiheys on 20 kg/m<sup>3</sup>.

Keltapyrstöpiikkimakrillin kasvun optimilämpötila on 24 - 26 °C. Laji elää kuitenkin lämpötiloissa 7 - 28 °C. Kalan ruokahalu riippuu voimakkaasti lämpötilasta (ks. taulukko 5). Nopea veden suolapitoisuuden muutos esimerkiksi voimakkaan sateen vaikutuksesta on keltapyrstöpiikkimakrillille erittäin haitallinen ja saattaa aiheuttaa kalojen joukkokuoleman tai ainakin sairastumisen.

**Taulukko 5. Keltapyrstöpiikkimakrillin ruokahalun ja kasvun riippuvuus lämpötilasta.**

| <u>lämpötila</u> | <u>ruokahalu ja kasvu</u>                                                  |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| < 11 °C          | kalat eivät syö lainkaan                                                   |
| 11 - 13 °C       | kalat syövät, mutta eivät kasva                                            |
| 14 - 17 °C       | kalat syövät laiskasti ja kasvavat hitaasti                                |
| 18 - 27 °C       | kalat syövät aktiivisesti ja kasvavat nopeasti                             |
| > 28 °C          | kalat eivät syö, pitkäaikainen korkea lämpötila aiheuttaa kalojen kuoleman |

Keltapyrstöpiikkimakrillia ruokitaan kerran päivässä. Yliruokintaa välttääkseen viljelijät paastottavat kaloja 1 - 2 vuorokautta viikossa. Ruokintaan käytetään vähäarvoisia kaloja kuten tuulenkala, makrillia, sardellia, sardiinia ja sairaa. Ravitsemuksessa kiinnitetään erityistä huomiota tiamiinin saantiin, koska rehukalat sisältävät runsaasti tiaminaasia, tiamiinia tuhoavaa entsyymiä. Markkinoilla on myös keltapyrstöpiikkimakrillille tarkoitettuja rakeisia kuivarehuja.

Keltapyrstöpiikkimakrillin viljelykierto kestää tavallisesti kaksi vuotta. Viljelijät saavat poikaset toukokuussa ja ne kasvavat lokakuuhun mennessä 600 - 700 gramman kokoisiksi, jonka jälkeen niiden myynti voidaan aloittaa. Vuoden viljelyn jälkeen kalat painavat 1 - 1,5 kg. Toisen viljelyvuoden aikana kalat saavuttavat 5 - 7 kg:n painon, jonka jälkeen viimeisetkin kalat myydään. Kalat teurastetaan ja jäätetään ennen myyntiä.

Kalojen kuolleisuus on ensimmäisen vuoden aikana noin 20 % mikäli suurempia tautiepidemioita ei esiinny. Toisen vuoden aikana kuolleisuus on 10 - 20 %. Viljelyn alkuaikoina aina 1960-luvulle asti suurimpana viljelyn haittana olivat loistaudit, mutta niiden merkitys tappioiden aiheuttajana on vähentynyt. Viime aikojen haitallisimpia tauteja ovat olleet erilaiset bakteerisairaudet. Tulevaisuuden suurimpana ongelmana pidetään kasvatusta paikkojen likaantumisesta ja resistenttien bakteerikantojen kehittymistä.

Keltapyrstöpiikkimakrillin rehukerros on keskimäärin kahdeksan, mikä johtuu yleisestä yliruokinnasta. Hukkarehun ja ulosteiden sedimentoituminen verkkoaltaiden alle ja niiden hajoaminen pieneliöstön vaikutuksesta heikentä-



vät veden laatua ja haittaavat viljelyä. Tämän ehkäisykeinoista keskeisimmiksi nähdään viljelytiheyden ja ruokinnan optimointi sekä tehokkaan ruokintatekniikan kehittäminen. Viljelyn jatkuessa pitkään samassa paikassa myös tautien esiintymistodennäköisyys kasvaa, koska asiantuntematon ja kontrolloimaton lääkeaineiden käyttö johtaa resistenttien bakteerikantojen muodostumiseen. Viljelijöitä kehotetaan keskittymään ensisijaisesti kalojen pitämiseen terveinä oikealla ruokinnalla, sopivilla tiheyksillä ja riittävän suurilla kasvatusaltailla, jotta lääkeaineiden käyttöä voidaan vähentää. Nykyään viljelijät keskittyvät monien mielestä mahdollisimman suuren tuoton hankkimiseen hinnalla millä hyvänsä.

### **Punahammasahven**

Punahammasahventa (*Pagrus major*) kutsutaan Japanissa valtameren kuninkaaksi. Kirkas vaaleanpunertava väri, voimakas ruumiin muoto ja maukas liha tekevät siitä japanilaisten keskuudessa erittäin arvostetun. Korkeasta markkinahinnastaan huolimatta punahammasahvenen viljely on aloitettu vasta 1970-luvulla.

Punahammasahven kuuluu hammasahventen heimoon ja voi saavuttaa 120 cm:n pituuden ja 13 kg:n painon. Japanissa kalan markkinointikoko vaihtelee muutamasta senttimetristä kymmeneen senttimetreihin. Hinnaltaan korkein on 40 cm pitkä ja noin 1 kg:n painoinen kala. Punahammasahven on petomainen pohjakala, jota esiintyy rannikkovesissä mannerjalustan reunaan asti. Esiintyminen seuraa lämpimän merivirran vaikutusalueita.

Punahammasahvenen kutu ajoittuu maaliskuusta kesäkuuhun veden lämpötilan ollessa 15 - 22 °C. Kalan kutuvaellus suuntautuu rannikolle ja kutupaikat ovat matalissa rannikkovesissä. Mäti on pelaagista halkaisijaltaan 0,8 - 1,2 mm. Puolitoistakiloinen naaras laskee 300 000 - 400 000 mätimunaa yhtenä kutukautena. Mädinkehityksen optimiolot ovat 15 - 17,5 °C:een lämpötila ja veden ominaispaino 1,023. Alkionkehitys pysähtyy, jos lämpötila laskee alle 10 °C:een ja kehitys häiriintyy mikäli lämpötila nousee yli 30 °C:een. Poikaset kuoriutuvat 2 - 4 vuorokauden kuluttua hedelmöityksestä (14 °C 85 tuntia, 20 °C 40 tuntia). Kuoriutuvat poikaset ovat 2 mm pitkiä ja kulutettuaan ruskuaispussinsa 4 - 5 päivän kuluttua kuoriutumisesta ne ovat noin 3 mm:n mittaisia. Poikaset viettävät pelagiaalissa noin kuukauden ja kasvavat 17 - 18 mm:n mittaisiksi, jolloin ne siirtyvät pohjaelämään mataliin merenlahtiin. Syksyllä veden viilen-

tyessä poikaset vaeltavat 10 - 100 metrin syvyyteen talvehtimaan. Seuraavana huhtikuuna poikaset ovat noin 15 cm pitkiä ja vaeltavat takaisin matalaan veteen ruokailemaan rannikon tuntumaan. Ruokailu- ja talvehtimisvaellukset toistuvat vuosittain. Vanhemmilla ja kookkaammilla kaloilla ruokailu- ja talvehtimisalueet ovat nuorien kalojen vastaavia alueita syvempiä.

Pelagiaalivaiheessa poikaset syövät lähinnä eläinplanktonia kuten naupliitoukkia ja aikuisia hankajalkaisia. Siirtyessään pohjaelämään poikanen alkaa syödä pohjaeläimiä, lähinnä monisukamatoja ja pieniä äyriäisiä. Aikuinen punahammasahven syö lähes kaikkia mahdollisia pohjaeläimiä äyriäisistä meritähtiin ja pohjakaloihin. Kala tulee sukukypsäksi 3 - 4 vuoden ikäisenä.

Punahammasahvenen viljelyyn on tunnettu pitkään suurta kiinnostusta. Ensimmäiset onnistuneet kokeilut tehtiin 1960-luvun loppupuolella. Seuraavan vuosikymmenen aikana viljely vakiintui ja nykyään viljelyä rajoittaa lähinnä poikasten saanti luonnosta. Keinollisesti lisättyjen poikasten tuotanto on jatkuvasti lisääntynyt, mutta suurin osa niistä on käytetty istutuksiin mereen. Punahammasahvenen viljely on kuitenkin jatkuvasti lisääntynyt ja tuotanto oli vuonna 1986 jo 34 000 tonnia. Samana vuonna istutettiin lähes 18 miljoonaa poikasta mereen. Viljelyn tuotannon kasvaessa on kalastuksen saaliikseen saaman punahammasahvenen määrä tasaisesti pienentynyt huolimatta runsaista istutuksista. Punahammasahvenen markkinahinta on 130 - 200 mk/kg.

Merestä jatkoviljelyyn kerättävät poikaset ovat 30 - 100 mm pitkiä ja ne siirretään totutuksen jälkeen suoraan verkkoaltaisiin. Emokalanviljely tapahtuu verkkoaltaissa (kooltaan yleensä 5 m<sup>3</sup>) tiheydessä 5 - 7 kg/m<sup>3</sup>. Emoja ruokitaan kuivarehulla, jauhetulla kalalla tai äyriäisillä. Juuri ennen kutua emot (noin 2 kg:n painoisia) siirretään maalla sijaitseviin betonialtaisiin. Kalat kutevat altaaseen ja mäti leijuu altaassa, jonka poistovedestä mäti kerätään tiheällä havaksella. Kerätty mäti siirretään 20 - 200 m<sup>3</sup>:n altaaseen. Veden lämpötila on alkukasvatuksessa 16 - 20 °C, suolapitoisuus 17 - 18 ‰ ja pH alle 8,6. Poikasia ruokitaan *Brachionus plicatilis* -rataseläimillä, joita tarvitaan yhden 10 mm:n mittaisen punahammasahvenen tuottamiseksi 40 000 kappaletta. Saavutettuaan 4 mm:n koon poikaset voivat syödä hankajalkaisten naupliita ja 7 mm:n koon jälkeen myös hankajalkaisaikuisia. Yleisimmin käytetään *Artemia salinaa*. Kalojen kasvaessa yli 15 mm:n mittaisiksi elävästä ravinnosta voidaan luopua ja antaa sijaan jauhattua kalaa tai äyriäisiä. Poikasten eloonjäävyys kuoriutumisesta 10 mm:n kokoon on 60 - 70 % ja viljelytiheys 30 000 - 60 000 m<sup>3</sup>-

timunaa/m<sup>3</sup>.

Ensimmäiset 6 - 10 päivää poikaset pidetään seisovassa vedessä. Tämän jälkeen voidaan käyttää virtausta. Veden vaihtuvuus on aluksi 30 %, myöhemmin 100 - 200 % päivässä. Vettä on kuitenkin myös ilmastettava koko ajan. Alkukasvatus maalla olevissa altaissa kestää noin kuukauden. Tämän jälkeen poikaset ovat yli 7 mm:n mittaisia ja alkavat syödä toisiaan ellei viljelytiheyttä pienennetä.

Poikaset siirretään verkkoaltaisiin, joissa ne kasvatetaan 30 - 40 mm mittaisiksi ja myydään jatkokasvattajille. Poikasten uintikyky on edelleen varsin heikko ja verkkoaltaat on sijoitettava alueelle, jossa on on hidas veden virtaus. Verkkoaltaat ovat kooltaan 4 - 25 m<sup>2</sup> ja havaksen silmäkoko aluksi 2 mm. Havas on vaihdettava aluksi 3 - 5 päivän välein. Viljelijät kattavat verkkoaltaat vähentääkseen havaksen umpeenkasvua. Viljelytiheys verkkoaltaissa on 4 000 - 5 000 poikasta/m<sup>3</sup> (koko 10 mm). Eloonjäävyys 30 - 34 mm:n kokoon on 40 - 50 %. Poikasia ruokitaan pääasiassa jauhetulla kalalla, äyriäisillä ja kuivarehulla. Poikasten kasvu 10 mm:stä 30 - 40 mm:iin kestää noin kuukauden. Tämän kasvatusvaiheen haitallisin kalatauti on vibrioosi. Viljelyissä poikasissa tavaan lisäksi usein runsaasti epämuodostumia.

Jatkoviljelyyn käytettävien verkkoaltaiden paikka valitaan huolellisesti. Veden virtauksen tulee olla 5 - 15 cm/s ja veden lämpötilan välillä 10 - 29 °C vuodenaikasta riippuen ilman nopeita lämpötilamuutoksia. Punahammasahvenen kasvun optimilämpötila on 20 - 28 °C. Vaikka punahammasahven kestääkin melko hyvin veden suolapitoisuuden muutoksia, ei viljelyalueen saliniteetti saisi laskea alle 16 ‰:n. Veden syvyyden tulee olla vähintään kaksinkertainen verkkoaltaan syvyyteen nähden.

Ruokinta aloitetaan välittömästi kalojen siirron jälkeen. Kalat tottuvat uuteen ympäristöönsä nopeasti, 12 tunnin kuluessa kalojen ruokahalu on normaali. Ruokinnassa käytetään halpaa jauhattua ja pakastettua kalaa kuten sardellia, tuulenkalaa ja makrillia. Tuorekalaa täydennetään myös kuivarehulla. Verkkoaltaiden havakset on vaihdettava 10 - 45 vuorokauden välein vuodenaikasta riippuen. Viljelyä haittaavista kalataudeista ei ole paljonkaan vielä tietoa, koska laajamittainen punahammasahvenen viljely on kovin nuori viljelyn ala Japanissa. Suurimmat tappiot on tähän mennessä aiheuttanut talviaikaan puhjennut vibrioosi. Sairastumista voidaan ehkäistä viljelemällä kaloja ensim-

mäisenä talvena alhaisessa tiheydessä ( $4 \text{ kg/m}^3$ ). Tämän jälkeen voidaan viljelytiheys nostaa  $15 - 20 \text{ kg/m}^3$ :ssa. Kesäaikana suurimmat tappiot aiheutuvat alhaisesta happipitoisuudesta.

Suuri osa punahammasahvenista myydään elävänä. Elävinä myytäviä kaloja ruokitaan noin kuukauden ajan ennen myyntiä rehulla, jonka rasvapitoisuus on hyvin alhainen, jotta kalan rasvapitoisuus laskisi. Samana aikana kaloja ruokitaan karotenoideja sisältävillä äyriäisillä, jotta kalan ulkoinen väri olisi markkinoitaessa paras mahdollinen. Kesällä kaloja paastotetaan 3 - 7 vuorokautta ja talvella 2 - 3 viikkoa ennen myyntiä.

### Katkaravut

Arvostetuin japanilaisista katkaravuista on nk. kuruma-rapu, *Penaeus japonicus*, jolla on tärkeä sija perinteisessä japanilaisessa keittiössä. Kuruma kasvaa lähes 30 cm:n mittaiseksi ja noin 130 g:n painoiseksi, mutta ravut markkinoidaan yleensä niiden ylitettyä 12 cm:n koon (20 - 25 g), koska näiden hinta on korkein.

Kuruma elää suojaisissa lahdissa, joissa on lämpimien merivirtojen vaikutusta. Levinneisyysalueensa eteläosissa ravut kutevat maaliskuusta kesän alkuun. Levinneisyysalueensa pohjoisosissa, kuten Seton sisämeressä, ravut aloittavat kutunsa myöhemmin ja se jatkuu aina syyskuulle asti. Koiraan maiti siirtyy naaraaseen, joka varastoi maidin erillään mädistä. Myöhemmin yöaikaan, syvässä vedessä ja korkeassa suolapitoisuudessa, naaras laskee hiljaiden mätinsä vapaasti mereen tyhjentäen samalla myös koiraalta saamansa maitivaraston. Näin naaras huolehtii yksin varsinaisesta hedelmöityksestä. Mäti on halkaisijaltaan keskimäärin 0,26 - 0,28 mm ja 17 cm:n mittainen naaras tuottaa 700 000 mätimunaa. Mädistä kuoriutuu *nauplius*-toukkia  $27^\circ\text{C}$  asteen lämpötilassa 14 tunnissa. Toukat elävät vararavintonsa turvin kunnes vaihtavat ensimmäisen kerran kuortaan 36 - 37 tunnin kuluttua kuoriutumisesta. Tällöin toukat kasvavat 0,3 mm:stä 0,5 mm:iin ja alkavat syödä kasvipanktonia (*zoes*-toukka). Zoes vaihtaa kuortaan kolme kertaa seuraavien neljän viiden vuorokauden kuluessa ja saavuttaa *mysis*-asteen. Tällöin poikaset ovat jo 2,5 mm pitkiä. Mysis-asteesta *postlarva*-asteelle tarvitaan kolme kuorenvaihtoa viiden vuorokauden kuluessa. Poikaset ovat kooltaan jo 5,0 mm. Seuraavan kahden viikon jälkeen postlarva vaeltaa suojaisempiin matalampiin lahtiin, joiden suolapitoisuus on alhaisempi ja siirtyy pohjaelämään saa-

vuttaen nuoruusasteen. Nuoruusvaiheen aikana kuruma syö pieniä pohja-eläimiä, detritusta ja leviä. Kasvaessaan kuruma siirtyy asteittain kohti syvempää ja suolaisempaa vettä. Rapu kaivautuu päivän ajaksi hiekkaan ja nousee hiekasta yöajaksi ruokailemaan. Aikuisvaihe alkaa, kun rapu on 10 cm:n mittainen. Talviaikaan veden jäätyessä isokokoiset ravut saattavat vaeltaa 30 metrin syvyyteen tai jopa syvemmälle. Koiraat elävät yleensä kaksi- ja naaraat kolmivuotiaiksi.

Suurin osa Japanissa kulutettavista katkaravuista tuodaan muista Aasian maista kuten Indonesiasta ja Intiasta. Japanin oma katkaravun tuotanto kalastamalla tai viljelemällä muodostaa vain noin neljänneksen kokonaiskulutuksesta. Kuruman saaliit ovat pysyneet kohtalaisen tasaisina viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana, mutta sen viljely on samana aikana tasaisesti lisääntynyt. Vuonna 1969 tuotettiin viljelemällä vain 300 tonnia kurumarapuja, mutta kymmenen vuotta myöhemmin 1979 jo lähes 1 500 tonnia. Viljely on keskittynyt Japanin eteläosiin.

Kurumanviljely alkaa retkellä lähimmälle kalatorille, sillä kutuvalmiit naaraat on valittava kalastajien myyntiin tuomien katkarapujen joukosta. Sopivat kutuvalmiit yksilöt siirretään viljelylaitokseen kutualtaisiin. Kutuallas on tilavuudeltaan 100 - 200 m<sup>3</sup> ja se täytetään tiheydellä 0,4 - 0,6 naarasta/m<sup>3</sup>. Veden lämpötilan tulee olla yli 20 °C. Ravut laskevat mätinsä altaaseen yleensä kahden päivän kuluessa.

Mädinkehityksen optimilämpötila on 28 °C, jolloin mäti kuoriutuu 14 tunnissa. Nauplii-asteella poikasia ei ruokita lainkaan. Zoea- ja varhaisen mysis-asteen pääravintoa ovat piilevät, joiden tuotantoa lisätään viljelyvettä lannoittamalla. Mysis-asteen lopulla ja varhaisessa postlarva-asteessa poikasia ruokitaan *Artemian* naupliitoukilla. Postlarva-asteen myöhemmässä vaiheessa aloitetaan keinorehun käyttö. Postlarvoja voidaan ruokkia myös tuoreella kalalla ja äyriäisillä. Poikasia tuotetaan 5 000 - 10 000 kpl/m<sup>3</sup>. Kuolleisuus nauplius-asteelta viimeiseen postlarva-vaiheeseen on 30 - 80 %. Poikaset lasketaan päivittäin niiden kunnon ja oikean ruokinnan selvittämiseksi. Altaan vedenpintaa nostetaan asteittain poikasten kehittyessä siten, että kuoriutumisen aikaan veden syvyys on 0,8 - 1,0 metriä ja mysis-vaiheessa 2 metriä. Veden vaihtuvuus poikasaltaissa on 20 - 40 % vuorokaudessa. Tärkeintä on säilyttää poikaset hyväkuntoisina, jotta vältytään bakteeri-infektioiden aiheuttamilta joukkokuolemilta.

Poikasten ollessa 15 mm:n mittaisia ne voidaan siirtää jatkokasvatukseen. Osa näistä poikasista istutetaan luonnonvesiin. Jatkokasvatuksessa käytetään kah-  
ta viljelytapaa: *Amakusa*-viljelyä ja *Kagoshima*-viljelyä. Amakusa-viljelyssä  
jatkokasvatettavat poikaset siirretään aluksi totutusaltaisiin, joissa niitä pide-  
tään vajaan kaksi kuukautta. Tänä aikana poikaset kasvavat noin 4 cm:n mit-  
taisiksi. Totutusaltaana käytetään yleensä tiettyä osaa jatkokasvatusaltaasta.  
Pienempi kasvatusala on alkuvaiheessa edullisempi, koska ruokinta on tehok-  
kaampaa ja rapujen hoito ja suojaus vihollisilta helpompaa. Totutusvaiheen  
kasvatustiheys on 70 poikasta/m<sup>2</sup>. Myöhemmin ravut vapautetaan jatkokasva-  
tusaltaaseen tiheyteen 10 - 20 kpl/m<sup>2</sup>. Altaiden vedestä 20 - 40 % vaihtuu päi-  
vittäin. Rapuja ruokitaan pääasiassa tuoreravinnolla, kuten simpukoilla ja  
äyriäisillä. Keinorehua käytetään vain satunnaisesti. Ruokintasuhde 5 - 10 g:n  
ravulle on 20 - 30 % massasta ja 10 - 20 g:n ravulle 5 - 20 % massasta vuorokau-  
dessa. Rehukerroin on 10 - 15.

Kagoshima-viljelyssä ei käytetä totutusaltaita vaan poikaset siirretään suo-  
raan jatkokasvatusaltaisiin. Nämä altaat ovat halkaisijaltaan noin 40 m ja sy-  
vyydeltään noin 2 m olevia pyöröaltaita. Viljely on intensiivisempää kuin  
Amakusa-viljelyssä ja kasvatustiheys on 150 kpl/m<sup>2</sup>. Altaiden vesi vaihtuu  
kolme kertaa vuorokaudessa. Rapuja ruokitaan ainoastaan keinorehulla. Päi-  
vittäinen ruokinta perustuu edellispäivän kokemukseen: mikäli rehua jäi käyt-  
tämättä pienennetään annosta, muussa tapauksessa lisätään annosta. Rehu-  
kerroin tässä kasvatuksessa on yleensä 3 - 4. Altaat puhdistetaan päivittäin,  
kun Amakusa-viljelyssä altaista poistetaan lietettä vain pari kertaa vuodessa.

Amakusa-viljelyn ravuntuotanto on 300 g/m<sup>2</sup> ja Kagoshima-viljelyn 2 000 g/m<sup>2</sup>.  
Ravut saavuttavat markkinakoon (alaraja 20 g) viidessä kuukaudessa jatko-  
kasvatukseen siirrosta. Juuri 20 g:n ravut ovat markkinoilla arvokkaimpia.  
Haitallisimmat sairaudet ovat bakteeri- ja sieni-infektiot, joita pystytään tor-  
jumaan tehokkaasti hyvällä kasvatushygienialla.

### **Osterit ja kampasimpukka**

Kampasimpukka (*Patinopeden yessoensis*) ja osteri (*Crassostrea gigas*) ovat  
arvostettuja meren herkkuja Japanissa. Kampasimpukat olivat aikaisemmin  
harvinaisia, mutta viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana niiden saata-

vuus on parantunut lisääntyneen viljelyn ansiosta. Ostereiden viljelyllä on sen sijaan Japanissa pitkät perinteet, mutta niidenkin viljely on tällä vuosisadalla kehittynyt huomattavasti.

Kampasimpukka voi saavuttaa 21 cm:n koon, mutta yleensä ne myydään 10 cm:n kokoisina (n. 250 g). Kampasimpukat elävät viileässä vedessä mudan- tai soransekaisilla hiekkapohjilla. Simpukkaa esiintyy Japanin pohjoisosissa 10 - 30 m:n syvyydessä. Simpukat kutevat keväällä, maantieteellisestä sijainnista riippuen maaliskuusta kesäkuuhun. Koiraat laskevat maitinsa veteen, mikä stimuloi naaraita laskemaan mätinsä. Naaraat laskevat mätinsä useissa erissä. Kaikkiaan yksi naaras saattaa tuottaa 10 miljoonaa mätimunaa vuodessa. Hedelmöittyneet mätimunat kehittyvät toukiksi ja elävät pelagiaalissa 40 vuorokautta. Tämän jälkeen poikaset kiinnittyvät merileviin, joilla ne viettävät sessiiliä elämää viisi kuukautta. Poikasten ollessa 0,7 - 1,0 cm:n mittaisia ne irrottautuvat merileivistä ja laskeutuvat pohjalle aloittaakseen pohjaelämänsä. Simpukan kasvu on melko nopeaa ja se saavuttaa sukukypsyyden (10 cm) 20 kuukaudessa. Kampasimpukan kasvu pysähtyy yli 20 °C:n lämpötilassa.

Ennen kampasimpukan viljelyn kehittymistä vuosittainen tuotanto oli vain 8 700 tonnia. Tällä hetkellä tuotanto on noin viisitoistakertainen (lähes 130 000 tonnia) 1950- ja 1960-luvulla kehitetyn viljelyn ansiosta.

Kampasimpukan toukat pyydetään merestä erityisin keräimin, joissa toukat kasvavat kesän aikana 0,7 - 1,0 cm:n kokoisiksi. Kerääjä on havaksesta valmistettu pussi, jossa on kiinnittymisalusta poikasille. Veden lämpötilan laskiessa heinä-elokuun vaihteessa 20 - 22 °C:een poikaset siirretään keräimistä jatkokasvatukseen. Ensi vaiheessa poikaset siirretään hieman suurempiin verkkopusseihin. Kiinnittymisalustat puhdistetaan huolellisesti muista eläimistä. Tässä vaiheessa oikea kasvatustiheys on erittäin tärkeä, koska ylitäheässä populaatiossa kuolleisuus on suurta ja kasvu huonoa. Kuolleisuus ja huono kasvu jatkuvat myös myöhemmissä kasvatusvaiheissa, joten koko kasvatuksen onnistuminen määräytyy tämän vaiheen perusteella.

Jatkokasvatuksessa käytetään kahta menetelmää: kylvökasvatusta ja riippukasvatusta. Kylvökasvatuksessa poikaset levitetään sopiville alueille meren pohjaan. Sopivimpia ovat yli 10 m:n syvyydessä olevat hienot sora- tai hiekkapohjat, joissa on hyvä veden vaihtuvuus. Pohja-alueet puhdistetaan huolellisesti meritähdistä, joka kampasimpukan tärkein predaattori. Kylvettävät sim-

pukat ovat kooltaan 3 - 5 cm ja kylvötiheys 5 - 6 yksilöä/m<sup>2</sup>. Tiheämmässä simpukoiden kasvu hidastuu. Kylvöaika on joulukuusta tammikuuhun ja 18 - 24 kuukauden kuluttua voidaan kerätä 10 - 12 cm:n kokoisia simpukoita myytäväksi.

Riippukasvatus voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla. Yleisin tapa on kasvattaa simpukoita kaksi metriä korkeassa ja halkaisijaltaan 50 cm:n sylinterimäisessä verkkosumpussa. Verkkosumput riippuvat vedessä poijuilla ja ankku-reilla viritetyissä köysissä. Simpukat kasvavat kylvömenetelmää nopeammin ja ovat markkinointikoossa jo vuoden kasvatuksen jälkeen.

Japanissa esiintyvä osteri *Crassostrea gigas* markkinoidaan, kun sen kuori on vähintään 8 cm korkea, 5 cm leveä ja 3 cm paksu. Osteri kutee kesällä veden lämpötilan ollessa noin 23 °C. Etelä-Japanissa, missä veden lämpötila on yli 23 °C:ta pitkiä aikoja, osterit kutevat useita kertoja vuodessa. Naaras laskee 60 µm:n kokoisia mätimunia veteen, jossa ne hedelmöittyvät koiraan laskeman maidin vaikutuksesta. Muutaman tunnin kuluttua hedelmöityksen jälkeen mätimunat alkavat pyöriä niiden pintaan kehittyneiden karvojen avulla. Useiden välivaiheiden jälkeen toukat kehittyvät 270 µm:n kokoisiksi ja tällöin ne kiinnittyvät pohjakiviin jättäen planktisen elämänsä. Osterit aloittavat sessiilin elämänsä syöden pientä planktonia ja detritusta.

Osterin viljelyllä on Japanissa pitkät perinteet. Perinteisesti ostereita on viljelty em. kylvömenetelmällä. Riippukasvatuksen kehittäminen on kuitenkin laajentanut mahdollisia tuotantoalueita ja lisännyt ostereiden tuotantoa. Vuotuinen osterituotanto on noin 200 000 tonnia, joka vastaa 33 300 tonnia kuoretonta painoa.

Osterinkin poikaset pyydetään keräimien avulla vedestä. Kerättävät poikaset voivat olla peräisin myös lähialueella viljeltävistä ostereista. Kerääjä rakennetaan kampasimpukan tai osterin kuorista kiinnittämällä ne kuoren keskiosasta metallilankaan. Kerääjät asetetaan veteen tarkasti ostereiden kuoriutumisaikaan. Mikäli kerääjät asetetaan veteen liian aikaisin, ne likaantuvat eivätkä enää kerää poikasia. Kerääjään kiinnittyneet poikaset kasvavat vajaassa viikossa 2 - 3 mm:n mittaisiksi ja syyskuun loppuun mennessä ne ovat kasvanneet 10 mm:n mittaisiksi. Suurin osa poikasista siirretään seuraavan talven ajaksi karaistumaan vuorovesialueelle. Osterit joutuvat alttiiksi kuivumiselle ja jatkuvalle aaltovaikutukselle, mikä lisää niiden sietokykyä ympäristömuu-



toksia ja kuljetusstressiä vastaan. Karaistut osterit myös kasvavat erittäin nopeasti seuraavana kasvukautena. Osa poikasista siirretään kuitenkin ilman karaistusta jatkokasvatusalueelle. Nämä osterit markkinoidaan jo vuoden vanhoina, kun suurin osa markkinoille tulevista ostereista on karaistuja kaksivuotiaita.

Jatkokasvatuksessa käytetään edelleen jossain määrin myös kylvökasvatusta, mutta pääosa ostereista tuotetaan riippukasvatuksen avulla. Riippukasvatustavoista yleisin on poijujen ja ankkureiden avulla viritetty teline, joka on yleensä rakennettu bambusta. Muita tapoja ovat pohjaan seipäillä ankkuroitu riipputeline ja poijuin ja ankkurein viritetty köysiteline. Riippukasvatus aloitetaan aikaisin keväällä. Seuraavan syksyn ja talven aikana osterit ovat markkinoitavissa eli noin 10 cm korkeita.

Osteriviljelyn ongelmista tärkeimpiä ovat väliaikaiset ympäristömuutokset kuten veden suolapitoisuuden lasku runsaan sateen jälkeen, hapen puute tai leväkukinta. Myös eräät predaattorit aiheuttavat suuria vahinkoja osteriviljelmille.

### **Helmiosterit**

Japanilaiset viljeltyt helmet ilmestyivät maailmanmarkkinoille vuonna 1919 aiheuttaen kauniilla muodollaan ja edullisella hinnallaan sensaation Lontoon helmimarkkinoilla. Helmenviljelyä oli kehitetty Japanissa 1800-luvun lopulla ja vuonna 1893 Kokichi Mikimoto pitkäaikaisten kokeilujen jälkeen onnistui tuottamaan viisi puolihelmeä. Myöhemmin Mikimoton vävyn onnistui jalostaa menetelmä pyöreitä helmiä tuottavaksi. Vävy kuoli nuorena ja kunnia helmen kehittämisestä lankesi kokonaan appiukolle. Nytemmin Japanista on tullut maailman suurin helmentuottaja, vaikka helmentuotanto onkin rajusti vähentynyt viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana. Vähentymisen johtuu helmien kysynnän vähenemisestä.

Yleisin helmen tuottaja on helmiosteri, *Pinctada fucata*, jonka lämpötilaoptimi on 20 - 25 °C. Muita helmiostereita ovat *P. maxima* (lämpötilaoptimi 30 °C) ja *P. margaritifera* (lämpötilaoptimi 28 - 30 °C). *P. margaritiferan* helmet ovat mustia. Makeassa vedessä viljellään lisäksi helmisimpukkaa *Hyriopsis shregeli*. Kaikilla lajeilla tuotannon vaiheet ovat pääpiirteissään samanlaiset.

Helmiosteri saadaan lisääntymään keinoaltaissa, mikä helpottaa huomattavasti viljelyn alkuvaiheita. Emo-ostereiden sukurauhasten kehitystä seurataan luonnonoloissa tiheävälisesti ja sopivassa kehitysasteessa olevat osterit siirretään keinoaltaaseen. Keinoaltaassa kutuvalmiutta stimuloidaan lämpimällä vedellä. Toinen vaihtoehto on siirtää osterit jo hyvissä ajoin keinoaltaaseen lämpimään veteen. Tällöin kutuvalmius kehittyy noin kolmessa kuukaudessa. Emo-osterit lajitellaan mikroskooppisen sukurauhastutkimuksen perusteella koiraisiin ja naaraisiin. Sukupuolet kudetetaan erikseen ja mäti hedelmöitetään myöhemmin. Hedelmöittynyt mäti kerätään joko sedimentaation tai suodatuksen (20 - 30  $\mu\text{m}$ ) avulla ja pestään varoen. Helmiosterin mätimuna on halkaisijaltaan 50 - 60  $\mu\text{m}$ . Normaali kutuaika alkaa huhtikuussa ja jatkuu kesäkuulle. Viljelyssä lisääntymiskautta kuitenkin yleisesti aikaistetaan. Poikaset kuoriutuvat kesäkuussa ja ne kasvavat kahdessa kuukaudessa 10 - 15 mm:n mittaisiksi. Vuodessa ne kasvavat 4 - 5 cm:n kokoisiksi. Helmen tuottamiseen käytetyt osterit ovat yleensä kaksivuotiaita, sillä osterin kuoren koko määrää tuotettavan helmen koon.

Helmen tuottamiseksi sopivat tuottajaosterit operoidaan. Operointi käsittää vaippakudoksen ja ytimen siirrot tuottajaostereihin. Vaippakudos saadaan tappamalla yksi ostereista, jonka jälkeen kudoksesta voidaan irrottaa. Kudoksesta leikataan 1,5 - 2,0 mm:n paloiksi. Tämän jälkeen tuottajaosterin kuori avataan varovasti ja sen sukurauhaseen asetetaan simpukan kuoresta hiottu ydin ja edellä leikattu vaippakudospala. Vaippakudos asetetaan ydintä vasten siten, että kudoksen helmiäistä erittävä puoli (osterin kuorta vasten ollut puoli) on ydintä kohti. Vaippakudoksen epiteelisolut leviävät ytimen päälle muodostaen helmipussin, jonka sisään alkaa erittyä helmiäistä. Operointi aloitetaan maaliskuussa veden lämpötilan ollessa 12 - 13 °C, ja sitä jatketaan aina lokakuulle asti. Kesäaikana veden lämpötila saattaa kohota yli 28 °C:n eikä operointia voida tehdä. Operaation jälkeen osterit tarvitsevat pari viikkoa lepoa, jonka jälkeen ne siirretään lahtien suualueille avoveteen helmeä tuottamaan. Viljely onnistuu myös lahtien sisäosissa, mutta ne saattavat viiletä liikaa. Lahtien suualueet pysyvät lämpiminä lämpimän merivirran ansiosta. Osterien on todettu stressaantuvan vähemmän lahtien suualueella. Viljelysyvyyttä säädetään veden lämpötilan mukaan.

Helmen tuottaminen kestää vähintään kuusi kuukautta. Tässä ajassa osterit ehtivät tuottaa halkaisijaltaan noin 5 mm:n helmen. Suurempien helmien tuottaminen kestää kauemmin. Helmiä kerätään yleensä viileän veden aikaan

eli alkukeväästä operoiduista ostereista saadaan helmiä jo saman vuoden syksyllä. Helmiäinen koostuu pääosin kalsiumkarbonaattikiteistä ( $\text{CaCO}_3$ , 95 %) ja konkioliini-proteiinista (4,7 %). Karbonaattikiteet ovat 0,5  $\mu\text{m}$  paksuja. Kuudessa kuukaudessa helmiäiskerros on kasvanut 0,4 mm:n paksuiseksi. Tällainen helmi voidaan jo markkinoida, mutta yleisimmin myytävien helmien helmiäiskerros on 0,8 - 1,0 mm paksu. Helmiäisessä olevat pigmentit määräävät helmen värin ja helmiäisen mikroskooppinen rakenne helmen tavan taittaa valoa. Kahden helmen helmiäisen rakenne ei ole koskaan identtinen.

Helmen arvon määrää ensisijaisesti helmen koko, toiseksi helmiäiskerroksen paksuus. Helmen väri on myös tärkeä. *P. margaritifera*n mustat helmet ovat kaikista arvokkaimpia. Suurin osa tuotetuista vaaleista helmistä on kellertäviä, ja siksi valkoiset helmet, ja näistäkin vielä vaaleanpunasävyiset, ovat vaaleista helmistä kysytyimpiä ja kalliimpia. Vain noin 10 % helmistä on väriltään valkoisia.

### Merilevät

Japanissa viljellään makroskooppisia merileviä sekä ihmisravinnoksi että kemiallisen teollisuuden raaka-aineeksi. Yleisin levistä peräisin oleva kemiallisen teollisuuden tuote on agar-agar. Yleisin syötävä levä on punaleviin kuuluva nori, *Porphyra yezoensis*. Norin nimellä markkinoidaan myös toista punalevää, *Porphyra tenera*. Molemmat lajit kasvavat 15 - 35 cm:n kokoisiksi, tosin joskus tavataan jopa 1 m:n kokoisia leviä. *P. yezoensis* on 40 - 53  $\mu\text{m}$  ja *P. tenera* 25 - 35  $\mu\text{m}$  paksu. *P. yezoensis* esiintyy luonnossa kylmien merivirtojen vaikutusalueella ja se kasvaa avoimilla vuorovesirannoilla kiviin kiinnittyneenä. *P. teneran* kasvualueet ovat suojaisten lahtien vuorovesirantoja, joissa veden suolapitoisuus on alhaisempi kuin *P. yezoensiksen* kasvupaikoilla. Levänviljelyn myötä *P. teneran* luonnollisille kasvupaikoille levinnyt *P. yezoensis* on vähentänyt *P. teneran* luonnonkantoja.

Molempien lajien elämänsykli on samanlainen. Lisääntyminen ajoittuu syksyyn ja levät kukoistavat talviajan 3 - 8 °C:een lämpötilassa ja kuihtuvat keväällä veden lämpötilan kohotessa yli 14 °C:een.

Noria on viljelty Japanissa jo 1600-luvulla ja siitä asti kuivattu nori on muodostanut merkittävän osan japanilaisten ravitsemuksessa. Toisen maailmansodan jälkeen on kehitetty uusia viljelymenetelmiä ja norin tuotanto on kasvanut

nopeasti. Samalla kuivatun norin hinta on laskenut. Vuonna 1940 Japanissa tuotettiin noria noin 30 000 tonnia ja neljäkymmentä vuotta myöhemmin 1980 yli 300 000 tonnia. Norinviljely on painottunut Tyynenmeren rannikolle Japanin keski- ja eteläosiin.

Toinen yleinen Japanissa viljelty syötävä merilevä on ruskoleviin kuuluva wakame eli lajit *Undaria pinnatifida*, *U. unkarioides* ja *U. peterseniana*. Wakame esiintyy noria huomattavasti laajemmalla alueella lähes koko Japanissa, jonka vuoksi se on ollut noria halvempaa ja siten myös merkittävä osa japanilaisten ruokavaliota. Wakamea tarjotaan usein misokeiton lisukkeena aamiaiseksi. Suurin osa viljelystä wakamesta on *U. pinnatifidaa*.

*Undaria*-lajit esiintyvät kivikoilla ja riutoilla 1 - 15 m:n syvyydessä avoimilla lämpimien merivirtojen huuhtomilla rannoilla. Myös wakamen, kuten norinkin, tuotantokausi ajoittuu talveen. Wakamen viljely aloitettiin Japanissa 1930-luvulla. Aikaisemmin levää kerättiin sen luonnollisilta kasvupaikoilta. Wakamen viljelty tuotanto on viime vuosina ollut hieman yli 100 000 tonnia, mikä on lähes kymmenkertainen luonnosta kerättävään määrään nähden. Wakamea viljellään ympäri Japanin rannikkoa myös Japaninmeren puolella Hokkaidon pohjoisosia lukuunottamatta.

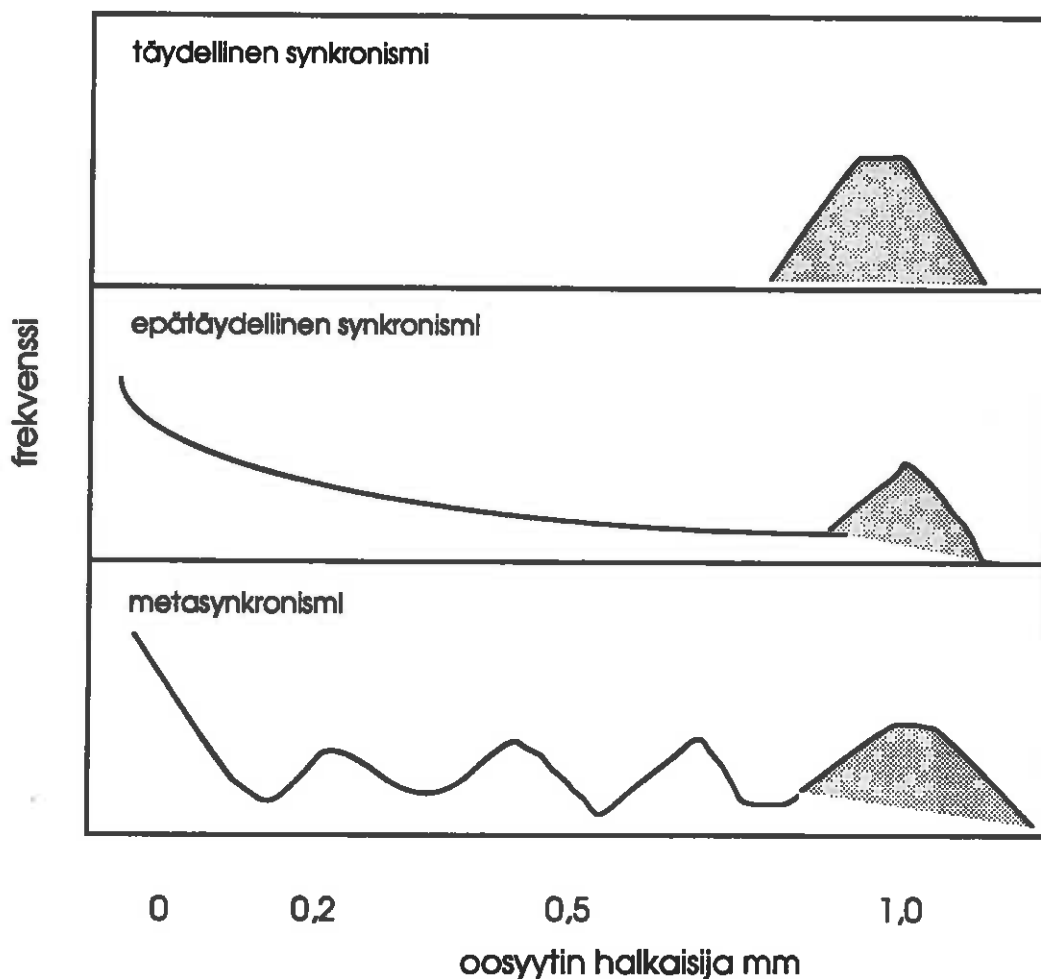
## **MEREISTEN LAJIEN POIKASTUOTANTOMENETELMISTÄ: KUDUN INDUSOINTI**

Suurin osa Japanissa istutettavista ja jatkoviljeltävistä lajeista on mereisiä, joista useimpien keinollinen lisääminen ja poikasten alkukasvatus on huomattavasti vaikeampaa kuin meille tutuilla lohikaloilla. Tästä syystä vesiviljelyn tutkimuksessa Japanissa on erityistä huomiota kiinnitetty kalojen kudun indusoimiseen ja elävän planktonravinnon tuottamiseen poikasille. Referoin seuraavassa lyhyesti Keiji Hiroshen artikkelia 'Induced maturation and spawning of fish', joka kertoo kudun hormonaalisen indusoinnin nykytilasta Japanissa.

Kalanpoikasten keinollinen lisääminen viljelemällä ei aina onnistu, koska emme saa mätiä emokaloista. Emokalojen kudettaminen kutulammikossa ei aina onnistu vaan mädin kehittyminen pysähtyy ennen ovulaatiota. Syitä voi olla useita, esim. kalojen stressaantuminen vieraassa ympäristössä, mutta kutu saadaan usein laukeamaan oikealla hormonikäsittelyllä. Yleisimmin

hormonikäsittelyä joudutaan käyttämään mädinkehityksen loppuvaihetta ja ovulaatiota indusoimaan. Joissakin tapauksissa hormonikäsittely joudutaan aloittamaan kuitenkin huomattavasti aikaisemmin (esim. ankerias).

Kalojen kutukypsyyden kehittymisen malli vaihtelee lajista toiseen. Usein erotetaan kolme kypsyyden kehittymisen pääryhmää, jotka ovat (1) täydellinen synkronismi (esim. lohi, nahkiainen), (2) epätäydellinen synkronismi (esim. silli, japaninkampela, karppi) ja (3) metasynkronismi (esim. punahammasahven, keltapyrstöpiikkimakrilli, tonnikala) (kuva 1). Oikean hormonikäsittelyn löytämiseksi on käsiteltävän kalan kutukypsyyden rytmi tunnettava. Tämä voidaan selvittää mittaamalla kehittyvän munasolun halkaisija eri kehitysvaiheissa tai tutkimalla munasolua histologisesti.



Kuva 1. Mädinkehityksen rytmin pääryhmät.

Mädin kehittymiseen liittyy useita hormoneja. Gonadotropiini (GtH) vaikuttaa lähes kaikkiin lisääntymisen vaiheisiin (siittiöiden muodostumiseen, rus-

kuaisvalkuaisen muodostumiseen, mädin kehittymiseen ja ovulaatioon). Estrogeeni vaikuttaa ruskuaisvalkuaisen, vitellogeenin, muodostumiseen maksassa. Progestiinit, kuten 17a,20b-dihydroksi-4-pregnen-3-oni (17a,20b-diOHprog), vaikuttavat mädin lopulliseen kypsymiseen, jonka jälkeen ovulaatio johtaa välittömään kutuun. Äskettäin on saatu selville, että GtH:n eritystä aivolisäkkeestä säätelevät LH-RH (luteinisoivaa hormonia vapauttava hormoni) tai GtH-RH (gonadotropiinia vapauttava hormoni). Useiden kalalajien ovulaatio on voitu indusoida LH-RH:a käyttämällä, esim. aju (4 - 8 µg/g), kultakala (2 - 10 µg/g), ruohokarppi, tokko ja lohi (1 - 10 µg/g). LH-RH:n analogiat toimivat myös hyvin. Aikaisemmin LH-RH annettiin kaloille liuoksena injektoimalla, mutta nykyään käytetään enenevässä määrin kolesterolin avulla tehtyjä pillereitä. Pillerit ovat injektoitua liuosta parempia ainakin kahdessa suhteessa: (1) hormonia vapautuu pilleristä hitaasti ja hormonin vaikutusaika on siten pitempi ja (2) kalojen käsittely ja stressi vähenevät toistuvien injektoiden poistuessa.

Mädin kehitykseen vaikuttavista hormoneista on vielä mainittava prostaglandiini (PG), joka vaikuttaa myös osaltaan ovulaatioon ja sitä seuraavaan kutuun. PG:n on todettu myös vaikuttavan kultakalan ja ajun kutukäyttäytymiseen. PG:n erityks munanjohtimissa voimistuu ovulaation jälkeen ja tämä vaikuttaa aivojen kautta naaraan käyttäytymiseen. Merikaloiden kutua on induoitu myös nisäkkään gonadotropiinin (HCG) avulla, joka toimii tehokkaasti ainakin joillakin lajeilla (esim. keltapyrstöpiikkimakrilli: yksi 800 ky:n HCG-injektio indusoi ovulaation).

Kalan veren GtH-pitoisuudessa tapahtuu muutoksia mädinkehityksen aikana. Veren GtH-pitoisuus on alhainen immatuurilla kalalla ja matuurilla kalalla ruskuisen muodostumisen aikana. Ruskuisen muodostuksen edetessä veren GtH-pitoisuus kohoaa hiljalleen. Mädin kypsymisen loppuvaiheessa veren GtH nousee jyrkästi pysyen korkeana ovulaation ajan, jonka jälkeen GtH-pitoisuus alkaa laskea. On havaittu, että kalalla, jonka ovulaatio on tapahtunut, mutta mäti vielä kalan sisällä, plasman GtH voi pysyä korkeana jopa viikosta kahteen, mikäli kala ei kude. Tästä syystä epäilläänkin, että GtH:lla on merkitystä ruumiinontelossa olevan mädin elinvoimaisuuden ja hedelmöittymiskyvyn säilymisessä.

GtH:sta poiketen estrogeenin määrä on veressä korkea juuri ruskuisen muodostumisen aikaan. Estrogeenin määrä laskee mädin kehityksen saavuttaessa

loppuvaiheensa. 17a,20b-diOHprog:n pitoisuus nousee hypähtäen mädinkehityksen loppuvaiheessa ja laskee lähes yhtä nopeasti ovulaation jälkeen. Myös LH-RH:lla indusoiduissa kaloissa eri hormonien kuvaajat kalan veressä on todettu samanlaisiksi kuin edellä kuvatut luonnonkalojen kuvaajat.

Hormonikäsittely on välttämätön kaloilla, jotka eivät suostu kutemaan vankeudessa. Edelleen hormonikäsittelystä on apua kaloilla, jotka kutevat useita kertoja peräkkäin. Tällaisia ovat mm. punahammasahven, kampela ja keltapyrstöpiikkimakrilli, jotka helposti stressaantuvat ja lopettavat kutunsa. Hormonikäsittelyä voidaan käyttää vaikka kalat kutisivatkin helposti vankeudessa. Esimerkiksi lohikaloilla hormonikäsittely mahdollistaa tarkan kudun ajoituksen ilman jatkuvaa kalojen 'kokeilua' ja häiritsemistä.

Koiraiden kutukypsyys on helposti määriteltävissä: mikäli maiti juoksee kalaa kevyesti lypsettäessä, koiras on valmis kutuun. Naaraskalojen kutuvalmiuden määrittämiseen ei ole olemassa yhtä helppoa ja varmaa menetelmää. Paras tapa naaraan kutuvalmiuden määrittämiseksi on mätimunien histologinen tutkimus. Emokaloja säästävämpi menetelmä perustuu kuntokertoimen hyväksikäyttöön, sillä kuntokertoimen muutoksen avulla voidaan arvioida missä kehitysvaiheessa kalan mätimunat ovat. Sopiva raja-arvo eri kalalajeille on selvitettävä histologisista tutkimuksista tai kokemukseräisesti. Naaraan kutuvalmius voidaan myös selvittää kanyloinnin avulla. Kalat nukutetaan ja otetaan näyte mädistä imemällä urogenitaaliaukon kautta.

Hormoni-injektointi voidaan tehdä kolmella tavalla. Yleisin tapa on injektoida hormoni selkälihakseen. Tämän huonona puolena on, että hormoniliuos saat-  
taa valua ulos kalasta tai että injektiokohta tulehtuu. Toinen yleinen injektio-  
kohta on rintaevien takana, jolloin hormoni joutuu ruumiinontelon etuosaan. Vaarana on kuitenkin sisäelinten vaurioituminen. Paras injektiopaikka onkin aivan peräaukon etupuolella, jolloin hormoni joutuu ruumiinonteloon, mutta sisäelinten vaurioittamisesta ei ole vaaraa.

Injektoitavan liuoksen määrä ei saa olla yli 0,2 % kalan ruumiin painosta. Peräkkäisten injektoiden väli on yleensä 24 - 48 tuntia. Kahta useampaa peräkkäistä injektiota ei suositella, koska toistuva injektointi on hyvin stressaavaa kutuun valmistautuvalle kalalle. Hormonin annostus riippuu kalan ovaarion kehitysvaiheesta ja kalan yleisestä fysiologisesta kunnosta.

Huolimatta HCG:lla saavutetuista hyvistä tuloksista sitä ei suositella kalan kutukypsyyden säätämiseen. HCG saattaa heteroplastisena (lähdelaji eri kuin vastaanottaja) vaikuttaa epäsuotuisasti hedelmöitykseen ja alkionkehitykseen. Lisäksi HCG:n saatavuus on rajoitettu ja hormoni on melko kallista. HCG:n sijasta suositellaan käytettäväksi kalan gonadotropiinia tai aivolisäkeuutetta, jotta em. haitallisilta vaikutuksilta välttyttäisiin. Hormonien käytössä tulisi aina pyrkiä homoplastisuuteen, ts. käytettävä hormoni otetaan samasta lajista kuin mihin sitä aiotaan käyttää.

Indusoidessa kudun kehittymistä hormoneilla kalojen paino kasvaa äkillisesti ennen ovulaatiota. Esimerkiksi ajun paino kasvaa 2 - 3 % ja japaninkampe-  
lan 8 - 10 %. Syynä tähän on pääasiassa ovaarion painon lisääntyminen hydraation seurauksena, ts. kypsyvän mädin vesipitoisuus kasvaa. Ajulla on osoitettu, että gonadotropiini (tai aivolisäkeute) lisää kalan juomisaktiivisuutta ja veden imeytymistä suolesta. Vastaavaa ilmiötä ei havaita immatuurilla kalalla, joten lisääntynyt juominen ja veden imeytyminen ovat ilmeisesti seurausta kudoksissa olevan veden siirtymisestä ovaarioon. Näin käsiteltyjen kalojen painonlisäystä voidaan käyttää hyvänä hormonikäsittelyn tehokkuuden kuvajana.

Hormonikäsiteltyjen emojen mädin laadusta on hyvin vähän tutkimuksia. Mädin hedelmöittymiskyvyn säilyminen indusoidun ja indusoimattoman ovulaation jälkeen olisi tunnettava, jotta mädin laatu voidaan säilyttää korkeana. Normaali alkionkehitys ja kuoriutumistulos korreloivat hyvin mädin hedelmöittymiskyvyn kanssa. Oikea lypsy aika ovulaatiosta lukien vaihtelee kalalajeittain. Esimerkiksi ajun ja japaninkampelan mädin hedelmöittymiskyky pysyy korkeana kaksi vuorokautta ovulaation jälkeen. Kirjolohella tämä aika voi olla viikosta kahteen, mutta punahammasahvenella vain 12 tuntia.

Joillakin kalalajeilla, esim. japaninankeriaalla, mädinkehitys pysähtyy viljelyoloissa jo huomattavan aikaisessa vaiheessa, ja mäti ei koskaan saavuta edes vitellogeneesin loppua. Tällöin ainoa mahdollisuus kalan kutuvalmiiksi saattamiseen on toistuva hormonikäsittely. Ajulla on osoitettu, että toistuvat injektiot (kolme tai useampia) vähentävät mädin hedelmöittymiskykyä ja poikasten kuoriutuvuutta. Samalla todettiin toistuvasti käsiteltyjen kalojen seerumin korkea kortikoidipitoisuus, joka indikoi emokalojen kärsivän stressistä. Ko-  
keessa käytettiin HCG:a. Japaninankerias on saatu kutuvalmiiksi injektoidulla toistuvasti lohen gonadotropiinia. Injektiot tehtiin viikon välein 18 - 19



viikon ajan. Emokalat kärsivät ilmeisesti kovasta stressistä ja mäti kuoli pian hedelmöityksen jälkeen (Hirose, suull. tiedonanto). Toistuvia käsittelyjä voidaan välttää käyttämällä LH-RH-pillereitä, joista hormoni vapautuu hitaasti ja jonka vaikutusaika on täten injeksiota pitempi.

## **VESIVILJELYN TUTKIMUKSEN ORGANISOINNISTA**

Vesiviljelyn tutkimusta tehdään yliopistoissa, maa-, metsä- ja kalatalousministeriön tutkimuslaitoksissa, prefektuurien tutkimuslaitoksissa sekä kaupunkien ja kuntien tutkimuslaitoksissa.

Yliopistoista kansainvälisesti tunnetuimmat lienevät Tokyo University of Fisheries (prof. Watanaben ravitsemuksen tutkijaryhmä) ja Kagoshima University (prof. Kanazawan rasvahappoihin liittyvät tutkimukset). Yliopistojen tutkimusta voidaan luonnehtia perustutkimukseksi.

Maa-, metsä- ja kalatalousministeriöllä on yhdeksän kalatalouden tutkimuslaitosta:

Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokio  
(vuodesta 1989 National Research Institute of Fisheries Science),  
Nansei Regional Fisheries Research Laboratory, Hiroshima  
Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, Shiogama  
Hokkaido Regional Fisheries Research Laboratory, Yoichi  
Japan Seas Regional Fisheries Research Laboratory, Niigata  
Seikai Regional Fisheries Research Laboratory, Nagasaki  
National Research Institute of Fisheries Engineering, Hasaki  
National Research Institute of Aquaculture, Nansei  
Far Seas Fisheries Research Laboratory, Shimizu

Japani on jaettu alueellisesti kuuteen osaan, joissa jokaisessa on oma Regional Fisheries Research Laboratory. Far Seas Fisheries Research Laboratoryn toimialueena on maan ulkopuoliset vesialueet. National Research Institutet ovat erikoistutkimuslaitoksia, joilla ei ole rajattua maantieteellistä toimintaa. Tutkimuslaitokset ovat hallinnollisesti ministeriön Fisheries Agencyn alaisia.

Vesiviljelylle merkittävimmät ovat National Research Institute of Aquaculture, Nansei, Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Tokio ja Nansei Re-

gional Fisheries Research Laboratory, Hiroshima. Tutkimuslaitoksissa tehtävä tutkimus on pääasiassa perustutkimusta.

Japanissa on kaikkiaan 86 prefektuurien omistamaa kalatalouden tutkimuslaitosta, jotka soveltavat ministeriön tutkimuslaitosten perustutkimusta omalla alueellaan. Prefektuureja on Japanissa 45 kpl, joten lähes kaikissa on kaksi tutkimuslaitosta: usein sisävesi- ja rannikkolaitos. Prefektuurien tutkimuslaitoksissa tehdään lähes yksinomaan soveltavaa tutkimusta.

Kaupunkien ja kuntien tutkimuslaitosten tehtävänä on alueellisen kalatalouden kehittämiseen tähtäävä soveltava tutkimus sekä paikallisten kalatalousyrittäjien neuvonta ja opastus. Lisäksi nämä tuottavat alkumateriaalia jatkoviljelyä varten.

Japan's Sea-Farming Association on valtakunnallinen järjestö, joka on perustettu 1965. Tällä hetkellä järjestössä on 62 jäsenjärjestöä (prefektuurit ja kalastajien yhdistyksiä), ja sen alaisuudessa toimii 14 valtion perustamaa viljelylaitosta (National Sea Farming Center) ja 37 prefektuurien viljelylaitosta (Prefectural Sea Farming Center). Järjestön tehtävänä on lähinnä alkumateriaalin ja istukkaiden tuotanto, mutta keskeinen kehittämistehtävä on merilajien viljelymenetelmien kehittäminen. Yhdistyksen budjetti oli vuonna 1988 6,5 miljardia markkaa, josta noin 5 miljardia oli saatu Japanin valtiolta viljelyn kehittämiseen.

## NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF AQUACULTURE

National Research Institute of Aquaculture (NRIA) on yksi Japanin maa-, metsä- ja kalastusministeriön alaisuudessa toimivista yhdeksästä kalatalouden tutkimuslaitoksesta. Laitos perustettiin vuonna 1979 yhdistämällä seuraavat tutkimuslaitokset ja -osastot:

Freshwater Fisheries Research Laboratory  
National Pearl Research Laboratory  
Aquaculture Division, Tokai Reg. Fish. Res. Lab.

Laitoksen tehtävänä on tehdä perustutkimusta vesiviljelyn eri aloilta nopeasti kasvavan vesiviljelyteollisuuden tarpeiden täyttämiseksi ja kalatuotannon lisäämiseksi Japanin 200 mailin kalastusvyöhykkeellä. Laitokseen kuuluu neljä

**yksikköä: merivesiyksikkö ja hallintotoimisto Nanseissa, makeavesiyksikkö Tamakissa, pohjavesiyksikkö Nikkossa ja lähinnä helmiostereiden viljelyyn keskittynyt yksikkö Ohmurassa Nagasakin lähellä.**

Laitos on jaettu useisiin osastoihin, jotka jakautuvat vielä tutkimusaloihin (liite 1). Osastoilla ja tutkimusaloilla on omat johtajansa. Laitoksen palveluksessa on kaikkiaan 91 henkeä, joista 58 on tutkijoita. Laitos toimii myös jatkokoulutuspaikkana ja suuri osa tutkijoista on suorittanut tohtorin tutkinnon.

Laitos julkaisee omaa sarjaa Bulletin of National Research Institute of Aquaculture.

Yli puolet (35 - 40 kpl) tutkijoista työskentelee Nansein yksikössä. Tamakin makeavesiyksikössä on tutkijoita 15 - 20 kpl. Nikkossa ja Ohmurassa vain 2 - 3 tutkijaa yksikköä kohti. Tutustuin Ohmuraa lukuunottamatta kaikkiin yksiköihin.

Nansein yksikössä käyttövesi pumpataan merestä laitoksen lähellä olevasta lahdesta noin 10 metrin syvyydestä kahteen linjaan, joiden kummankin kapasiteetti on 60 m<sup>3</sup>/t. Meriveden lämpötila on kesällä 28 - 29 °C ja talvella 13 - 15 °C. Kokeellista toimintaa varten laitoksessa on jatkuvasti mahdollisuus käyttää neljää eri lämpötilaa olevaa vettä. Vesi jäähdytetään ja lämmitetään lämpöpumpuin. Esimerkkinä 8.9.1988 käytetyt lämpötilat ja virtaamat:

|                     |                        |       |
|---------------------|------------------------|-------|
| normaali käyttövesi | 20,0 m <sup>3</sup> /t | 25 °C |
| tutkimuskäyttö      | 0,5 m <sup>3</sup> /t  | 30 °C |
| tutkimuskäyttö      | 2,1 m <sup>3</sup> /t  | 25 °C |
| tutkimuskäyttö      | 3,8 m <sup>3</sup> /t  | 20 °C |
| tutkimuskäyttö      | 3,7 m <sup>3</sup> /t  | 14 °C |

Tamakin yksikön vesitys ja sen muuntelumahdollisuudet ovat hyvin samantlaiset Nansein yksikön kanssa, sillä poikkeuksella, että Tamakissa käytetään makeaa vettä.

Näiden yksikköjen laboratoriotilat ovat myös runsaat ja hyvin varustellut. Pääsääntöisesti jokaisella tutkimusalalla on oma erikoislaboratorionsa, jossa on tutkimusalan tarvitsemia erikoislaitteita. Tämän lisäksi tutkijoiden käytössä

on yhteisiä laboratoriotiloja (mm. elektronimikroskoopit). Esimerkkinä mainittakoon isäntänäni toimineen ravitsemuksen tutkimusalan työtilat ja välineet: rehukeittiö kokeellisten kuiva- ja puolikuivarehujen valmistamiseksi, koelaboratorio kymmenine pienine kasvatusakvaarioineen, analyysilaboratorio, jossa valmiudet ravitsemuksen perusanalytiikkaan, ja koska tutkimusryhmän kiinnostus kohdistuu etenkin aminohappojen aineenvaihduntaan, heillä oli käytössään kaksi automaattista aminohappoanalysaattoria. Tutkimusryhmään kuuluu kaksi tutkijaa ja muutama (alle 5) apuhenkilö.

Nikkon yksikössä työskentelee päätoimisesti vain kaksi tutkijaa ja yksikön koko henkilökunta on 11 henkeä. Laitos käyttää lähdevettä, jonka lämpötila on koko vuoden 9 - 10 °C. Lähdevettä on käytössä 400 l/s. Tämä yksikkö on keskittynyt lohikalojen viljelyyn ja niiden tutkimukseen.

Kaiken kaikkiaan tutkimuksen edellytykset NRIA:ssa tuntuivat hyviltä. Toisella isännistäni, nuoremmalla ravitsemustutkijalla, oli käytössään 150 000 - 200 000 markkaa vuosittain tutkimuksen juokseviin kuluihin, mm. matkoihin. Välinehankintojakin tutkijat voivat tehdä melko hyvin: ravitsemusryhmän käytössä olevat automaattiset aminohappoanalysaattorit oli hankittu viimeisen viiden vuoden aikana ja niiden yhteishinta on noin 1,2 miljoonaa markkaa. Laitoksen kirjastoon tulivat paitsi kalatalouden ja kalabiologian keskeisimmät julkaisusarjat myös lähialojen tärkeimpiä julkaisusarjoja kuten *Journal of Nutrition*, *Cell and Tissue Research*, *General and Comparative Endocrinology*.

Tutkimuslaitos tekee yhteistyötä useiden ulkomaisten yliopistojen ja tutkimuslaitosten kanssa etenkin muussa Aasiassa ja Pohjois-Amerikassa. Esimerkkinä pitkästä yhteistyöstä on säännölliset UJNR (USA-Japan Natural Resources)-kokoukset vuoroin Yhdysvalloissa ja vuoroin Japanissa. Osallistuin 17. kokouksen yhteydessä järjestettyyn symposiumiin. UJNR yhteistyö sisältää mm. tutkijoiden ja kirjallisuuden vaihtoa sekä yhteisiä tutkimusprojekteja. Kansainvälisiä yhteyksiä on myös eräisiin Euroopan maihin mm. Saksan liittotasavaltaan.

### **Geneettinen tutkimus**

#### *Helmiosterin valintajalostus (NRIA, Nansei)*

Katsuhiko Wada

- valintaa erikseen tuottajaostereilla ja vaipanluovuttajilla.
- vaipanluovuttajien tärkeä ominaisuus on kuoren pigmentointi, joka vaikut-

taa syntyvän helmen väriin.

- tuottajaosterien tärkeitä ominaisuuksia ovat osterin paksuus (määrää helmen maksimikoon), kuoren paksuus, kuoren korkeus ja osterin paino (korreloivat helmen koon kanssa).

*Helmiosterin vaippakudoksen kasvuominaisuudet (NRIA, Nansei)*

Akira Machii ja Masahiko Awaji

- helmiäisen erityisnopeus vaihtelee vaippakudoksen eri osissa.
- erityisnopeutta pyritään selvittämään kudosis- ja soluviljelmien avulla, toistaiseksi viljelmät ovat kuitenkin aina kontaminoituneet tuntemattomalla home sienellä.
- tutkimuksen nykyvaihe oli, että tutkijat yrittivät määrittää sienen taksonomista asemaa ja olivatkin ilmeisesti löytäneet tieteelle uuden sienitaksonin, taksonomiatyön tarkoitus on löytää keinoja sienen hävittämiseksi. Myös entsyymaattista hävitystä oli kokeiltu (proteaasi), mutta tuloksetta.
- toinen soluviljelyongelma oli keino epiteelisolujen rikastamiseksi viljelmässä.
- lisäksi kokeiltiin ostereiden hemolymfaa viljelyalustana, koska havaintojen mukaan selkärankaissolujen viljelyalustat eivät ole parhaita mahdollisia selkärangattomien soluille.

*Androgeneesi ja sen käyttö uhanalaisten lajien suojelussa (NRIA, Tamaki)*

Hiroshi Onozato

- androgeneesin sovelluksia sukupuolimanipulaatio, uhanalaisten lajien ja geeniaineksen säilyttäminen ja tuma-solulima -risteymien tuottaminen sekä perimältään identtisen populaation tuottaminen.
- androgeneesi saadaan aikaan gammasäteilyttämällä mätimunaa ennen hedelmöitystä ja käsittelemällä mätiiä hedelmöittämisen jälkeen paineella ennen ensimmäistä jakautumista.
- androgeneesi onnistuu myös kokonaan toisen saman tai eri suvun lajin mätimunaa käyttämällä.
- tutkimuksen alla oli jokin muu mädin inaktivoimismenetelmä kuin gammasäteily. Pyrkimyksenä oli löytää menetelmä, jolla voidaan tuhota mätimunasta ainoastaan tuma, jolloin mm. mitokondrioiden DNA jäisi ennalleen, mahdollinen keino on lasersäteen käyttö.

*Triploidian kemiallinen indusoiminen (NRIA, Nikko)*

Ryozo Sato

- triploidien tuottaminen dispermiaation avulla; lajina kirjolohi.
- (1) polyetyylyglykoli (PEG): polyetyylyglykoli aiheuttaa siittiöiden fuusioitumisen, jolloin hedelmöitykseen osallistuu yhden siittiön sijasta kaksi siittiötä; PEG on yleinen soluja fuusioiva kemikaali.
- (2) korkea pH-korkea Ca -pitoisuus -käsittely aiheuttaa saman ilmiön
- korkea pH-korkea Ca -pitoisuus -käsittely normaalin hedelmöityksen jälkeen tuottaa myös triploideja.
- tekniikan arvellaan olevan avuksi tumansiirroissa. Meneillään oli tutkimus kolmen lajin risteyttämisestä tekniikan avulla.

Nikkossa tutkittiin myös masulohen smolttiutumista (lämpötilan ja valon vaikutus) ja isosyymien käyttöä geenimarkkerina.

### **Lisääntymis- ja viljelybiologinen tutkimus**

#### *Sammen viljely (NRIA, Tamaki)*

Kazunori Fujii

- NRIA:een tuotu hedelmöitettyä besterin mätää (*Huso huso* naaras (kitasampi) x *Acipenser ruthenus* koiras (sterletti)) vuosina 1978, 1980, 1982 ja 1983; kiinnostus kohdistuu kaviaarin tuottamiseen, joten tutkimuskohteena on ensisijaisesti sammen keinollinen lisääminen. Emokaloja on tällä hetkellä n. 1 500 kpl, joista vanhimpia on vain 8 kpl jäljellä.
- työn ensi vaihe oli sukupuolten erottaminen toisistaan; 6-vuotiaat besternaaraat ovat selvästi koiraita kookkaampia, mutta varmin ero on urogenitaalaukon rakenteessa.
- seuraavassa vaiheessa määritettiin estradioli-injektoinnin avulla kalan seerumista vitellogeenivalkuainen. Estrogeeni indusoi sammen seerumiin kahden spesifistä proteiinia, joiden maksimipitoisuus saavutettiin 10 vrk injektoinnista. Nämä proteiinit osoittautuivat olevan antigeenisinä kolmelle ruskean proteiininille.
- tietoa vitellogeenista ja sen maksimipitoisuudesta estrogeenivaikutuksen jälkeen käytetään hyväksi kudetettaessa sampia hormonikäsittelyn avulla. Sampien verinäytteestä määritetään estrogeenien ja vitellogeenin määrä; sopiva ehdokas hormonikäsittelyyn on kala, jonka seerumissa on korkea estrogeenipitoisuus, mutta alhainen vitellogeenipitoisuus. Tällaiset yksilöt valitaan 10 vrk:n päästä tehtävään hormonikäsittelyyn. Käytettävä hormoni on LH-RH ja se annostellaan sammen selkälihakseen asetettavana pillerinä, josta hormonia vapautuu hiljalleen sopiva määrä. Hormonikäsittelyn jälkeen kalat ovat kutukypsiä 2 - 3 vrk:n kuluttua.

- elokuun alussa Fujii oli onnistunut ensimmäisen kerran Japanissa sammen lisäämisessä. Emosta injektoitua mätää haudottiin 11 °C:een ja 18 °C:een lämpötiloissa ja kuoriutumisaajat olivat vastaavasti 14 vrk ja 5 vrk. Poikasia kuoritutui 400 kpl ja niitä ruokittiin *Artemialla* ja pienillä *Daphnioilla*.
- tulevina tutkimusongelmina oli mm. poikasten kasvu eri lämpötiloissa, poikasten ravitseminen ja mahdollisuudet täysnaarasparviin.

#### *Ankeriaan keinollinen lisääminen (NRIA, Nansei)*

Keiji Hirose

- ankeriaan kutu on saatu aikaan gonadotropiinin avulla. Tämä edellytti useita injektioita (18 - 19 kpl) viikon välein. Poikasetkin kuoriutuivat, mutta elivät vain kaksi viikkoa. Hirosen mukaan syynä on poikasten huono terveydentila niiden kuoriutuessa, mikä johtunee emokalojen voimakkaasta stressistä. Stressiä aiheuttavat vieras gonadotropiini (tässä tapauksessa lohen) ja useat injektioinnit. Maturaation loppuvaiheessa useita kutuun valmistuvia kaloja kuolee.
- em. ongelmien välttämiseksi Hirose oli kokeillut LH-RH -pilleriä, mutta poikasten eloonjäävyys ei ollut juuri aikaisempaa parempi. Poikaset ovat usein epämuodostuneita ja niiltä puuttuu mm. ruuansulatuskanavan osia. Hirose epäili, että poikaset eivät koskaan opi ulkoisen ravinnon käyttöön. Käyttämänsä ravintoa hän ei tuntunut pitävän edes mahdollisena syypäänä. Poikasille annettiin viljeltyä eläinplanktonia - en tiedä tarkemmin.
- Hirosen mukaan ankeriaan keinollisessa lisäämisessä ei tapahtune mitään ratkaisevaa lähiaikoina.

#### *Mädin kypsymisen loppuvaiheet (NRIA, Nansei)*

Keiji Hirose ja Hirohiko Kagawa

- Kagawa on työskennellyt lohikalojen parissa lajeilla masulohi, *Oncorhynchus masu*; amagolohi, *O. rhodurus*; koiralohi, *O. keta* ja kirjolohi, *O. mykiss* ja on kollegojensa kanssa esittänyt, että mädin lopullisen kypsymisen laukaiseva hormoni on 17a,20b-dihydroksi-4-pregnen-3-oni. Tämän hormonin eritystä indusoi gonadotropiini.
- Hirosen ja myös Kagawan mukaan potentiaalisin hormoni kudun indusoinnissa millä tahansa lajilla on tällä hetkellä LH-RH. Vasta äskettäin on saatu tietää, että gonadotropiinin eritystä säätelee aivolisäkkeestä joko LH-RH tai GtH-RH. LH-RH:n on kokeellisesti osoitettu indusoivan kutua useilla lajeilla. LH-RH on melko yksinkertainen proteiineista koostuva hormoni. LH-RH menettää nopeasti aktiivisuutensa ja useita injektioita voidaan välttää

käyttämällä LH-RH -pilleriä, joka asetetaan kalan lihakseen pitempiaikaisen vaikutuksen aikaan saamiseksi. LH-RH -pillerin käytön sanotaan olevan tähän asti kehitetyistä keinotekoisista kudun indusointimenetelmistä tehokain, kun kaikki tekijät, myös hormonien hinta, otetaan huomioon.

- LH-RH:ta käytettäessä on otettava huomioon, että joillakin kalalajeilla gonadotropiinin eritystä inhiboivan dopomiinin aktiivisuus on korkea. Tällaisia lajeja ovat mm. kultakala ja karppi. Lohikaloilla dopomiiniaktiivisuus on alhainen. Lajeilla, joilla dopomiiniaktiivisuus on korkea, ei yleensä saavuteta toivottua tulosta pelkällä LH-RH:lla vaan on käytettävä myös dopomiinin antagonistia, esim. pimozia.

#### *Elävän ravinnon tuottaminen (NRIA, Nansei)*

Masanori Okauchi, Kunihiro Fukusho, Nobuhiko Tanaka

- levien viljelyn tutkimus, mm. seuraavia ongelmia: lämpötilaolot, valaistusolot, kasvatusalusta puhtaiden kantojen säilytyksessä, viljelyliuoksen koostumus (ravinteet, lannoitus, kaasut, desinfiointi), levien ravitsemuksellinen koostumus populaation kehityksen eri vaiheissa ('optimikäyttöaika), levillä ruokittujen rataseläinten ominaisuudet ja sopiva ruokintamäärä (soluja/ml) ja rataseläimillä ruokittujen kalanpoikasten kasvu ja eloonjäävyys.
- Okauchilla oli puhtaita kantoja useista levälajeista, joista tärkeimmät olivat *Nannochloropsis oculata* (= '*Chlorella* sp.') ja *Tetraselmis tetrahele*.
- tutkimuksen keskittäminen leviin johtui siitä, että mm. levän rasvahappokoostumus heijastuu suoraan rataseläinten koostumuksessa eli rataseläinten koostumukseen voidaan vaikuttaa niiden ravinnon kautta.
- Tanakan yhtenä tutkimusaiheena oli piilevien massaviljelymenetelmä; laitteisto koostuu lasisylintereistä, nailonharjaksista ja metallirenkaista. Toisin kuin muut levänviljelysystemit tämä on läpivirtaussysteemi (40 l/t). Kokeissa, joita oli tehty puhtaalla merivedellä, oli päädytty 350 g:n tuorepainotuohtantoon kuukuudessa sylinteriä kohti, jos sato korjataan joka kolmas päivä. Jatkotutkimusaiheita olivat mm. puhtaiden kantojen käyttö (nyt leväpopulaatio tuli käytettävän veden mukana), viljelysystemin käyttö kiertovesityksessä tai kalanviljelylaitosten poistovesien käsittelyssä. Viljeltyt piilevät ovat ainakin käyttökelpoista lisäravintoa mm. simpukoille. Tämä osa tutkimuksesta on vielä alkutekijöissään.

#### *Ravun viljely (NRIA, Nansei)*

Kooichi Konishi

- 'Blue Crab', 'Swimming Crab', *Portunus trituberculatus*.



- arvostettu laji, jolla hyvä hinta: 60 - 70 mk/kpl.
- hyvä kasvunopeus: poikanen muutamia millimetrejä, saavuttaa myyntikoon (halkaisija 20 - 30 cm) vajaassa vuodessa.
- viljelyn ongelmana valtava kannibalismi: meneillään olleessa kokeessa kuoriutui 5 000 yksilöä, joista muodonmuutoksen jälkeen oli jäljellä 2 000 ja kahden kuukauden kuluttua kuoriutumisesta vain yksi yksilö! Tämä ei kuitenkaan tutkijaa lannistanut.

### **Endokrinologinen tutkimus**

#### *Kampelan metamorfoosi (NRIA, Tamaki)*

Yasuo Inui ja Satoshi Miwa

- *Paralichtys olivaceuksen* metamorfoosi symmetrisestä poikasesta asymmetriseksi poikaseksi on tutkimusten mukaan tyroidien säätelystä.
- aikaisemmin tyroidien on tiedetty vaikuttavan sammakoeläinten muodonmuutokseen.
- asia osoitettiin kokeellisesti kahdella kokeella käyttämällä tyrokseenia ja tyroidien vastavaikuttajaa tioureaa.
- tyrokseeniannostuksella saatiin aikaan miniatyyrikampeloita, ts. muodonmuutos tapahtui aikaisemmin kuin normaalisti.
- tiourealla saatiin aikaan jättikokoisia symmetrisiä poikasia, ts. metamorfoosia ei tapahtunut tyroidien vastavaikuttajan vuoksi.

#### *Lohen smolttiutumisen hormonaalinen säätely (NRIA, Tamaki)*

Satoshi Miwa ja Yasuo Inui.

- amagolohi *Oncorhynchus rhodurus*, joka on Isen lahden mielenkiintoinen lohi; se smolttiutuu vuoden ikäisenä n. 20 g:n kokoisena ja palaa vuoden lyhyen merivaelluksen jälkeen 1 - 2 kg:n kokoisena kutemaan. Paluuprosentti jopa 60 % istutetuista, kun muilla, tällä alueella lähinnä masulohi, paluu on 2 - 3 %:n luokkaa.
- tyrokseenin ja tioureaan vaikutus amagon smolttiutumiseen; kokeellinen työ, jossa hormonit annosteltiin rehuun; tyrokseeni aiheutti hopeoitumista, tiourea värityksen tummenemista, kumpikaan ei vaikuttanut kuntokertoimeen eikä myöskään sellaisiin smoltifikaation tunnuksina pidettyihin fysiologisiin suureisiin kuin Na-K-ATPaasi -aktiivisuus, maksan glykokeeni, plasman glukosi. Pöätelmä on, että tyrokseeni ei indusoi smolttiutumista yksinään.
- kasvuhormonin ja tyrokseenin yhteisvaikutus; koejärjestely kuten edellä, koeryhminä T4 (L-tyrokseeni), T4+oGH, oGH (lampaan kasvuhormoni) ja kontrolli; GH:a saaneiden kalojen ruokahalu ja kasvu olivat selvästi parempia

kuin muilla, kasvuhormoni ja tyroksiini yhdessä aiheuttivat parhaan hopeoitumisen (koeryhmien suhde:  $T4+oGH > T4 > oGH > \text{kontrolli}$ ), kasvuhormonia saaneiden ryhmien kuolleisuus suolatestissä, plasman osmolaalisuus ja natriumpitoisuus olivat pienemmät kuin kontrollin ja pelkän  $T4$ -ryhmän, merkittävä  $Na-K-ATPaasin$  aktivoituminen oli  $T4+oGH:ssa$ . Päättelmänä, että joko  $oGH$  yksinään tai synergistisesti  $T4:n$  kanssa vaikuttavat merkittävästi amagon sopeutumiseen meriveteen. Ei voida kuitenkaan sanoa vaikuttaako  $GH$  suoraan suolankestävyyteen vai onko kyseessä nopeutuneesta kasvusta aiheutuva välillinen vaikutus.

- steroidien vaikutus smolttiutumiseen; kokeellisesti osoitettiin, että sekä testosteroni että estradioli inhiboivat smoltifikaatiota amagolla. Testosteronin vaikutus voimakkaampi.

#### *Hormonien vaikutus kalan kasvuun (NRIA, Tamaki)*

Yasuo Inui

- menossa oleva tutkimus ankeriaalla, jossa selvitetään kasvuhormonin vaikutusmekanismia kudosiseläimien avulla.

#### *Kampelan sukupuolimanipulaatio (NRIA, Nansei)*

Hideki Tanaka

- *Paralichtys olivaceuksen* täysnaarasparvet.
- suora hormonikäsittely estradioli-17b:lla.
- syy: lajin naaras koirasta huomattavasti nopeakasvuisempi.

#### **Ravitsemustutkimus**

#### *Ravitsemuksen vaikutus lohen smolttiutumiseen (NRIA, Tamaki)*

Hiroshi Ogata ja Takeshi Murai

- masulohi.
- testattiin neljän eri perusrehun vaikutusta smolttiutumiseen: HPHL 41% valkuaista ja 16% rasvaa, HPLL 41% valkuaista ja 4% rasvaa, LPHL 24% valkuaista ja 14% rasvaa sekä LPLL 24% valkuaista ja 2% rasvaa.
- kasvatusaika 120 vrk maaliskuusta toukokuuhun.
- tulokset: kasvu HPHL (loppupaino: 44,41 g) > HPLL (36,47 g) > LPHL (29,04 g) > LPLL (28,02 g); runsasvalkuaisessa rehuissa rasvan lisäyksellä oli merkitystä (kasvu ja rehukerroin paranivat); smoltit HPHL (74,5%) > HPLL (47,3%) > LPHL (29,1%) > LPLL (16,4%).
- päätelmä: lisäämällä rehun rasvapitoisuutta voidaan parantaa smolttiutumista

*Vapaiden aminohappojen lisääminen rehuun (NRIA, Tamaki)*

Takeshi Murai

- pitkään tehtyä kansainvälisesti merkittävää perustyötä vähäarvoisten valkuaislähteiden käytöstä vapaita aminohappoja niihin lisäämällä.

*Aminohappojen aineenvaihdunta (NRIA, Tamaki)*

Hiroshi Ogata ja Takeshi Murai

- aminohappojen kuljetus veressä on jaettavissa kolmeen tyyppiin: (1) osa aminohapoista kulkeutuu pääasiassa plasmassa (mm. arginiini, lysiini ja metioniini), (2) osan kuljetuksessa plasmalla ja punasoluilla on yhtäläinen merkitys (tyrosiini, fenylalaniini ja tryptofaani ja (3) osan kuljetuksessa punasolut ovat plasmaa merkittävämpi (asparagiinihappo, glutamiinihappo, tauriini ja ammoniakki).
- päätelmä: plasman vapaiden aminohappojen määrää ei voida yksinään käyttää ravitsemustutkimuksissa kuten on tähän asti usein tehty.

**Ympäristötutkimus***Piilevien massaviljely (NRIA, Nansei)*

Nobuhiko Tanaka

- ks. elävän ravinnon tuotanto.

*Leväviljelmien joukkokuolema (NRIA, Nansei)*

Nobuhiko Tanaka

- leväviljelmien äkillisten joukkokuolemien syy oli eräs Tanakan tutkimusaiheista. Leväviljelmistä eristettiin bakteerikasvustoja, joiden määrän ja levien menestymisen välillä oli yhteys. Asia osoitettiin kasvattamalla bakteereja ja leviä samalla kasvualustalla: bakteeriryhmien läheisyydessä levät eivät kasvaneet. Tutkimus oli tällä hetkellä odottamassa jatkoa; aiheena vaikuttavan yhdisteen tunnistaminen.

*Leväkukintojen mekanismit (NRIA, Nansei)*

Tsuneo Honjo

- leväkukintojen mekanismin tutkimus keskittyy eri kasviplanktereiden välisen allelopation selvittämiseen.
- Honjo oli löytänyt hiilihydraattikompleksin, jota eräs leväkukinnon pääaiheuttajista erittää; tämä yhdiste kiihdyttää erittäjänsä ja eräiden muiden kukinnassa runsaiden planktonlevien kasvua ja inhiboi eräiden muiden le-

vien kasvua; päämääränä oli, että tulevaisuudessa voidaan valmistaa keino-  
tekoisesti allelopaattisia yhdisteitä, joiden avulla leväkukintoja voidaan tor-  
jua.

- Honjon muiden tutkimusten mukaan leväkukintojen esiintyminen voidaan ennustaa talvisten veden lämpötilojen avulla, jotka vaikuttavat kukinnan ajoittumiseen.

## MUUT TUTKIMUSLAITOKSET

Esimerkkejä muiden tutkimuslaitosten tutkimusaiheista:

*Nansei Regional Fisheries Research Laboratory*

Lisääntymisen endokrinologia (Kazuomi Ouchi)

- lajeina keltapiikkiipyrstömakrilli (*Seriola quinqueradiata*) ja punahammasahven (*Pagrus major*).
- lähtökohtana lohikaloiden tunnetun hormonaalisen säätelymekanismin etsiminen muilla lajeilla.
- tulokset vahvistivat saman hormonin, 17a,20b-hydroksi-4-pregnen-3-onin, olevan 'kudun laukaisija' myös keltapiikkiipyrstömakrillilla ja punahammasahvenella.
- tutkimuksellisesti Ouchi käytti mielenkiintoista metodologiaa, joka hyvin kuvaa japanilaisten suhtautumista tutkimukseen: havaittuaan, että mädin kehitys pysähtyi tiettyyn vaiheeseen hän otti tässä vaiheessa olevia soluja ja viljeli niitä *in vitro* eri hormoneja eri pitoisuuksina sisältävillä alustoilla, ts. hän ei tyytynyt kutuun valmistuvista kaloista mittaamiinsa pitoisuuksiin ja niiden mahdollisiin yhteyksiin vaan hän tahtoi osoittaa asian kokeellisesti.

*Hiroshima University, Faculty of Applied Biological Science, Dep. Aquaculture:*

Leväuutteen vaikutus kalojen rasva-aineenvaihduntaan (Heisuke Nagakawa)

- *Chlorella*-uutetta rehuun lisättäessä kalojen rasva-aineenvaihdunta ja rasvahappojen mobilisointi kiihtyy.
- leväuutelisättyä rehua syöneiden kalojen rasvahappoprofiili poikkeaa rehun rasvahappoprofiilista toisin kuin yleensä oletetaan!
- tutkittavia lajeja: aju, keltapiikkiipyrstömakrilli, punahammasahven.
- vaikuttavaa yhdistettä ei ole kyetty eristämään, vaikutusmekanismin epäillään olevan hormonaalinen.
- leväuutteen vaikutus tuntuu kohdistuvan etenkin neutraaliin varastorasva-

kudokseen: Nagakawan mukaan leväuute vähentää proteiinien käyttöä rasvakudoksen muodostamiseen, ts. ohjaa kalan aineenvaihduntaa ja energiankäyttöä proteiinia säästävään suuntaan.

- leväuutteen vaikutus näkyi myös ruokinnan jälkeisessä paastossa: leväuuter ryhmät kuluttivat pääasiassa neutraaleja rasvavarastojaan, kun kontrolliryhmä käytti energialähteenä ruumiin valkuaista.
- tutkimuksen merkitys on lopputuotteen laadun ohjaamisessa.

Muita aiheita:

viljeltävien lajien ekologia,  
merikalojen poikasviljely,  
kalojen loiset,  
kalojen ravitsemus,  
vesieliöiden lisääntymisfysiologia,  
punahammasahvenen selviytyminen istutuksen jälkeen,  
pienpoikasten fysiologia,  
sukusolujen säilöminen.

Yliopiston muilla osastoilla tehtiin lisäksi kalabiologista perustutkimusta.

*Hokkaido Fish Hatchery, Hokkaido Prefectural Office*

Ajankohtaiset tutkimusaiheet ilmenevät liitteestä 2.

*Hiroshima Fisheries Experimental Station*

Istutusten tuloksellisuuden parantaminen

- istutustulokseen vaikuttaa pääasiassa poikasten eloonjäävyys heti istutuksen jälkeen; japanilaisten mukaan istutetut poikaset eivät osaa etsiä tai löydä luonnosta riittävästi ravintoa tullakseen toimeen.
- asian korjaamiseksi laitoksessa kokeiltiin istukkaiden ehdollistamista äänisignaaleille 6 viikon ajan ennen istutusta.
- istutuksen jälkeen laitoksen laiturilta annettiin äänimerkki, jonka vaikutuksesta istukkaat kerääntyivät syömään laitoksen edustalle.

Muita aiheita:

leväkukinnan tutkimus,  
merilajien poikastuotannon kehittäminen,  
raskasmetallien kertyminen vesieliöihin.

*Mie Prefectural Fishery Experimental Center, Inland Branch*

Tutkimusaiheita olivat mm.

lääkkeen vaikutuksen kesto ja lääkkeen pysyvyys kalassa,  
ruskean ja valkoisen kalajauhon vertaileva koe ankeriaalla,  
ajun diploidi/triploidiparvien kasvatusvertailu,  
amagolohen istutuskokeilut.

*Hiroshima Municipal Fishery Center*

Tärkeimpänä tutkimusaiheena oli osterin viljelymenetelmien kehittäminen.

**INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CHARRS AND MASU SALMON**

Symposio keskittyi pääasiassa nieriöiden ja masulohen taksonomisiin ja ekologisiin kysymyksiin. Symposion vesiviljelyyn liittyvät esitelmät olivat lähinnä muiden kuin japanilaisten tutkijoiden pitämiä, joten en käsittele tässä yhteydessä symposiota laajemmin. Lisätietoja symposion aiheista saa symposiojulkaisusta Kawanabe, H., F. Yamazaki ja D.L.G. Noakes (eds.): *Biology of Charrs and Masu Salmon. -Physiology and Ecology Japan. Special Volume 1, 1989.*

**UJNR SYMPOSIUM ON MARINE RANCHING**

Symposio järjestettiin 17. UJNR (USA-Japan Natural Resources) -kokouksen yhteydessä Tamakissa. Japanilaisten symposiossa pitämät esitelmät käsittelivät vuosina 1980 - 88 toteutetun laajan 'Marine Ranching' -projektin tutkimuksia. Näitä tutkimuksia olen käsitellyt jo tutkimuslaitosten yhteydessä ja lisäksi valtion kalanviljelyn XIII neuvottelupäivillä pitämässäni esitelmässä.

**KIITOKSET**

Haluan kiittää Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitosta, etenkin professori Pekka Tuunaista, mahdollisuudesta tämän matkan tekemiseen. Matkan onnistumisesta haluan kiittää japanilaisia kollegojani, etenkin Dr. Toshihiko Matsusatoa (Research Council, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries), Dr. Takeshi Muraita (National Research Institute of Aquaculture, Tamaki), Dr. Hiroshi Ogataa (National Research Institute of Aquaculture, Ta-

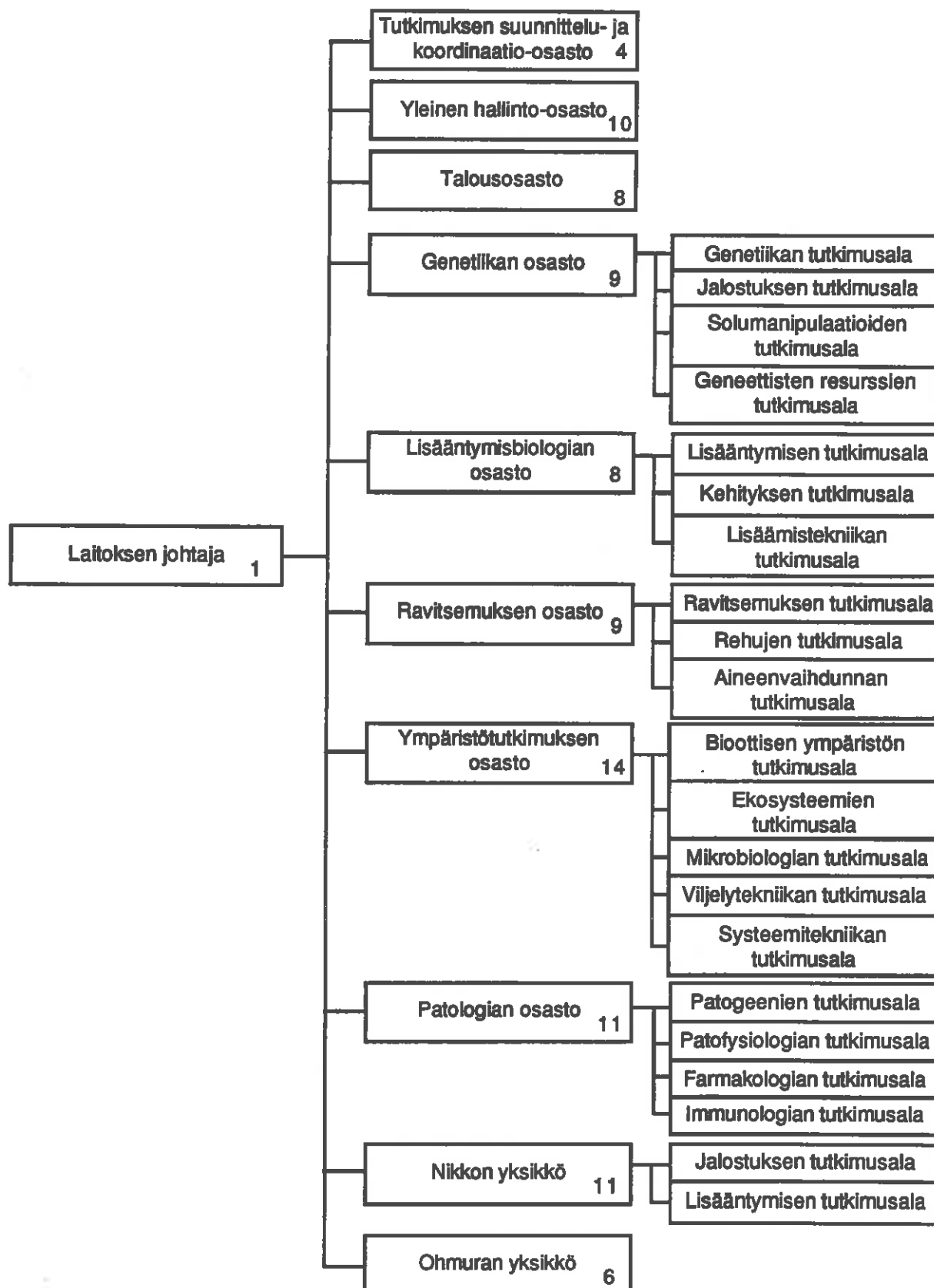
maki), Dr. Toshiko Akiyamaa (National Research Institute of Aquaculture, Nansei), Mr. Fukuharaa (Nansei Regional Fisheries Research Laboratory) ja Dr. Ryozo Satoa (National Research Institute of Aquaculture, Nikko). He uhra-sivat aikaansa järjestelläkseen ohjelmaani Japanissa. Lisäksi suurkiitos ras-kaita aikoja kärsineelle Tarjalle.

**LITTEET**

**Liite 1. National Research Institute of Aquaculture: organisaatio. Osastojen yhteydessä olevat luvut tarkoittavat osaston henkilökunnan määrää.**

**Liite 2. Hokkaido Fish Hatchery, Hokkaido Prefectural Office. Ajankohtaisia tutkimusaiheita.**





Profile of Scientific and Technical works in Hokkaido Fish Hatchery, Hokkaido Governmental Prefectural Office.

1. Developmental Projects of Pacific Salmon Resources in Hokkaido.

- (1) Artificial propagation of chum, pink and masu salmon.  
Major cultural rivers producing chum salmon in Hokkaido are 185. According to work results, in 1987, number of 1090 million fry released and 156,000 adult fish caught.
- (2) Releasing evaluation works of masu salmon.  
18 million egg reproducing work from adult fish reared in two hatchery station ponds and releasing in 40 rivers. Environmental and ecological research in propagated river and littoral waters.
- (3) Technical improvements of hatchling and rearing methods of salmon.
- (4) Effect decision of propagated works by genetic population analysis in isozyme pattern of masu salmon.
- (5) Practical guidances of propagated salmon.
- (6) Research on net pen cultures of salmonid fishes in salt waters.
- (7) Marine ranching projects of masu salmon cultivation.
- (8) Survey on refer to river conservation managements at inhabit salmon waters.
- (9) Survey on refer to maintenance works fish pass way ascending salmon rivers.

2. Exploitation Projects of Inland Fisheries and Cultural Resource.

- (1) Investigation on resource managements of aquatic animals in lake.
- (2) Cultural tests of aquatic animals in natural freshwaters.
- (3) Researches on propagation technologies of anadromous salmonid fish in Hokkaido. ( Shishamo smelt, Ayu fish, Rainbow smelt).
- (4) Exploitation tests on cultivations for new transplanted of aquatic animals in Hokkaido. ( Sturgeon, Tilapia, Pejerrey, Brown trout, Snapping turtle).

- (5) Technological investigations on eggs reproduction in salmonid fishes. (Coho sal., Kokanee sal., Jap. char, Huchen).
  - (6) Breeding studies on selective, hybridization of salmonid f.
  - (7) Researches on fish nutrition and practical feeds for cultural fishes.
  - (8) Physiological and biochemical studies for decisions of healthy and good nutritional fish body conditions.
3. Developmental Investigations for Environmental Preservation of Freshwaters and Prevention of Fish Diseases.
- (1) Investigations on preservations of water criteria in fisheries inland waters.
  - (2) Test on high technical usages of aquacultured waters.
  - (3) Investigations on defence of fisheries damages by toxic substances of waters.
  - (4) Investigations on host defence mechanisms of fish by fish immune responses.
  - (5) Investigations on actual conditions and diagnostic services of fish diseases to bring out in host fish at in waters.
  - (6) Investigations on infectious ways of many species in virus, bacteria and parasites.
4. Exploitation Researches on Applications of Fisheries Biotechnology.
- (1) Research on fish productions of all female populations by artificial sex exchange technics and androgenesis and gynogenesis.
  - (2) Researches on fish productions by technical methods of autotriple and gynogenesis.
  - (3) Researches on of superior fish productions in pure crone fish by alternation of generations of gynogenesis.
  - (4) Studies on cryopreservation and low temperatures storages of salmonid fish sperm.
5. Investigations on Cultural Reproductive Technology of Atlantic Salmon by Transplanting from Norway.
6. Practical Researches of Applications of Growth Promotion in Salmonid Fish Fry by cultivated Growth Hormones of Chum Salmon.