

第一部分 引言

第一章 日本水产养殖的环境条件

水产养殖是一种受自然环境条件特殊制约的系统技术。因此，在开始系统阐述养殖技术之前，我们首先简单介绍日本的地理状况及其气候条件，以供读者参考。

日本地处北纬 24° 和 45° 之间，由四个大岛和若干组较小的岛屿组成，划分为四十五个县。最大的四个岛是北海道、本州、四国和九州；日本列岛自东北向西南延伸，呈弧状（图1.1）。

总而言之，日本虽受温带海洋性气候的影响但由于它横跨的纬度幅度大，所以，南北气温相差悬殊（图1.2）。北部地区日最低气温月平均值为 -5 以下，从不高于 22°C ；相比之下，南部地区日最高气温月平均值大大超过 30°C 。黑潮暖流（日本海流）沿着日本的太平洋海岸，从南向北流过；另外一条称为亲潮，生产力极高的寒流从北向南通过。同时，一条称为对马海流的黑潮支流流经日本海海岸。这些海流对日本的气候影响很大（图1.3）。

日本沿岸海域，由于受到内陆水和人类活动的影响，或多或少地富含营养。许多海湾和内陆海的水体业已富营养化，危及水生生物的生存。

日本自北往南，海水温度变化很大。因此，许许多多的水生生物都可以相应地在日本养殖。日本的最南端，海水温

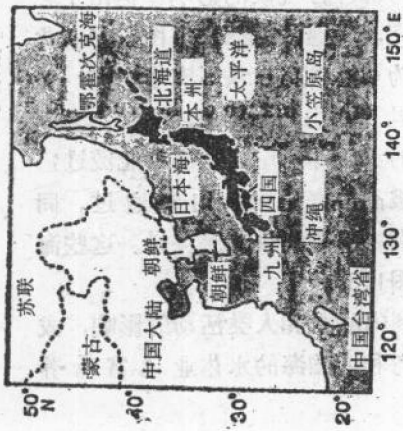
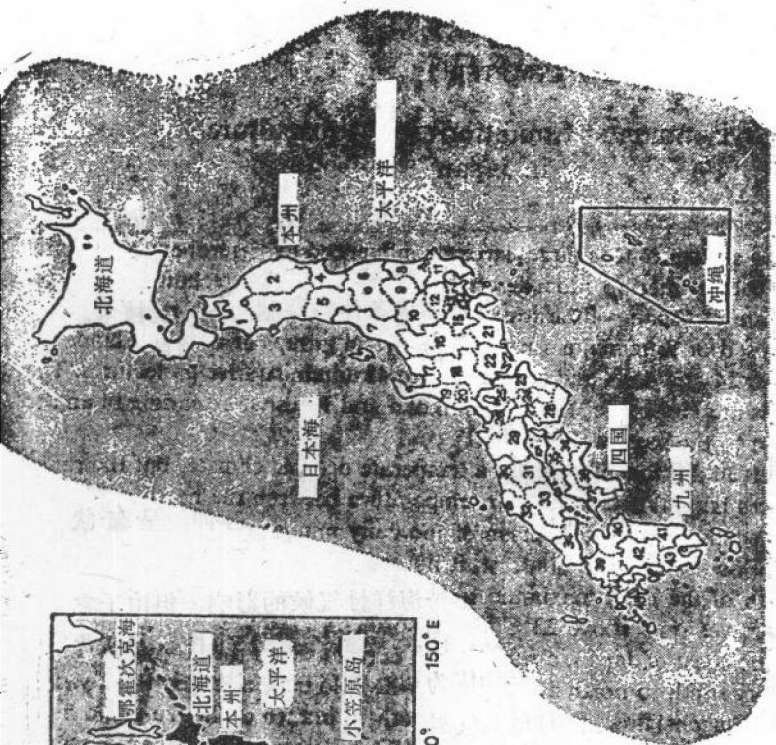


图 1.1 日本地图

- 四十五个县——1.青森 2.岩手 3.秋田 4.宫城 5.山形 6.福岛 7.新潟 8.茨城 9.栃木 10.群马 11.千叶 12.埼玉 13.东京 14.神奈川 15.山梨 16.长野 17.富山 18.岐阜 19.石川 20.福井 21.静冈 22.爱知 23.三重 24.奈良 25.滋贺 26.兵库 27.大阪 28.和歌山 29.广岛 30.鸟取 31.冈山 32.岛根 33.广岛 34.山口 35.香川 36.德岛 37.爱媛 38.高知 39.福冈 40.大分 41.宫崎 42.熊本 43.鹿儿岛 44.佐贺 45.长崎

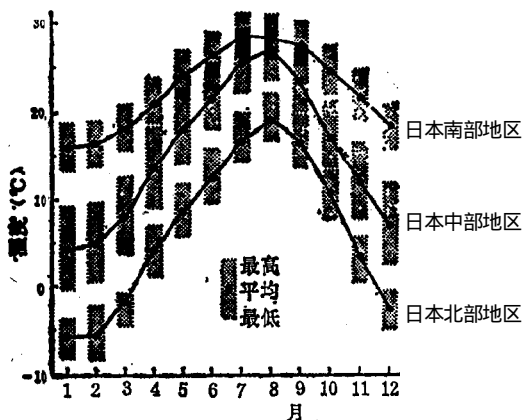


图 1.2 日本南部地区(那霸、冲绳)中部地区
(东京、本州)和北部地区(稚内、北海道)
日最低、平均和最高气温月平均值

度极少低于 15°C ，而最北端，却几乎低至 0°C 。日本不同海区表层海水温度的月变化情况见图 1.4。

日本是个多山的国家，内陆水域的水量丰富，湖泊、沼泽和河流很多。内陆水域的温度，夏季一般为 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，冬季在 0°C 和 5°C 之间，不过随着地区的差异，温度的变化相当大。

日本群山起伏，犹如脊梁骨一样贯穿日本。冬季面向日本海的一侧积雪深厚，而面向太平洋一侧，则雨量稀少，以至于出现旱季。夏季（6~8月），日本中部地区和南部地区受太平洋的影响，季风频临，大雨滂沱，雨量充沛；反之，北海道整个季节湿度非常低。日本的年降水量因地区而异，从 1 000 毫米至 4 000 毫米不等。在大多数地区，月降雨量最高记录出现在 6 月（1.5）。

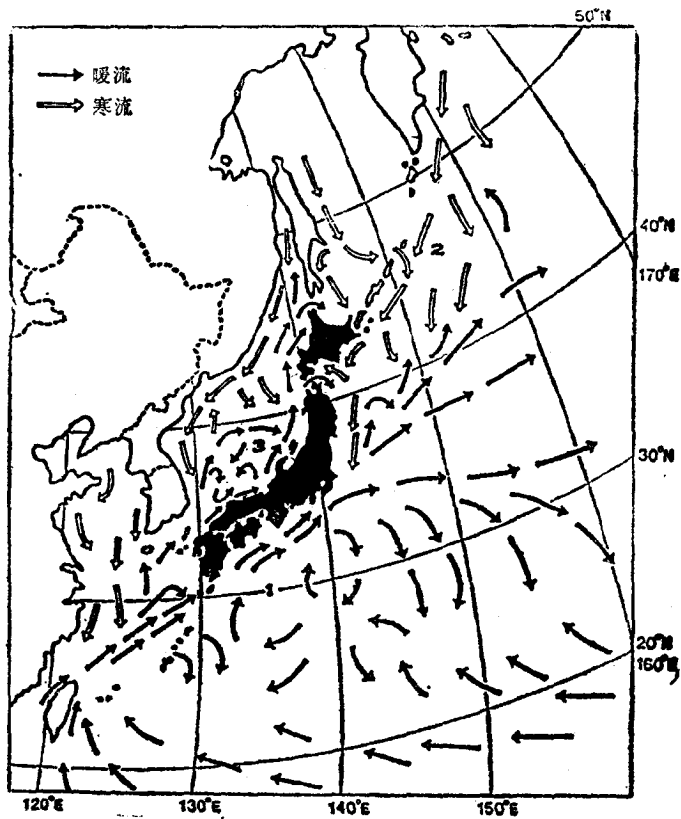


图 1.3 日本周围的海流

1.黑潮 2.亲潮 3.对马海流

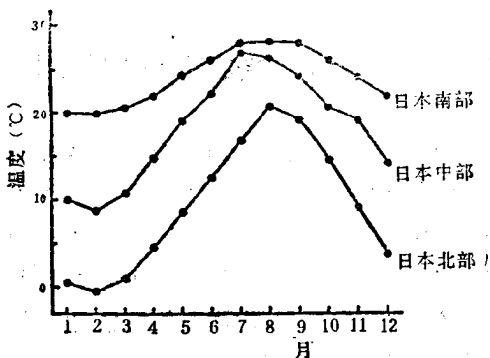


图 1.4 日本南部海域 (那霸、冲绳)、中部海域 (东京、本州) 和北部海域 (稚内、北海道) 海水表面温度月平均值

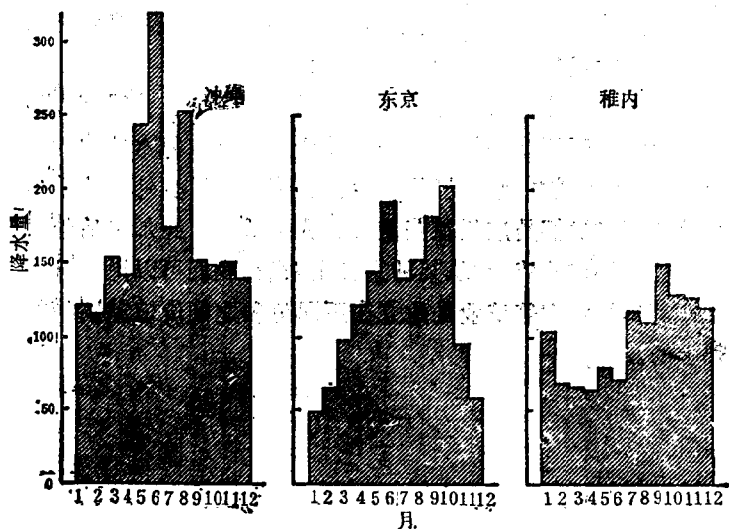


图 1.5 日本南部地区 (那霸、冲绳)、中部地区 (东京、本州) 和北部地区 (稚内、北海道) 降水量月平均值

第二章 水产养殖业与渔业

日本是个岛国，四面环海；峰峦起伏，雨量丰富，内陆水域宽广。因此，历来渔业对日本人来说，是至关重要的。日本自十九世纪中叶开始走向现代化以来，年渔业总产值一直持续稳步上升。速度增长最快的是在第二次世界大战之后至1973年之间。近年来，日本渔业相当稳定，波动幅度不大，年总产量一千万吨左右（图2.1）。

就水产养殖业来说，自从第二次世界大战以来，日本水产养殖业也一直持续稳步上升（图2.1）其年产量1973年占渔业总产量的9.2%。尤其是内陆渔业方面，淡水养殖业的年产量，占当年内陆渔业总产量的41%。

日本水产养殖的宗旨一贯是养殖能在市场上获得高价的水生生物，而不是廉价的、一般性鱼类。除依靠水体中的营养盐、浮游生物或水生植物而生存的藻类和贝类外，几乎所有的鱼虾贝类都是应用捕获量大、价格低廉，经加工后的鱼肉作为饲料来养殖的。从某种意义上来看，我们可以说日本鱼虾贝类的水产养殖业是建立在不同鱼种之间价值差别的基础上的。

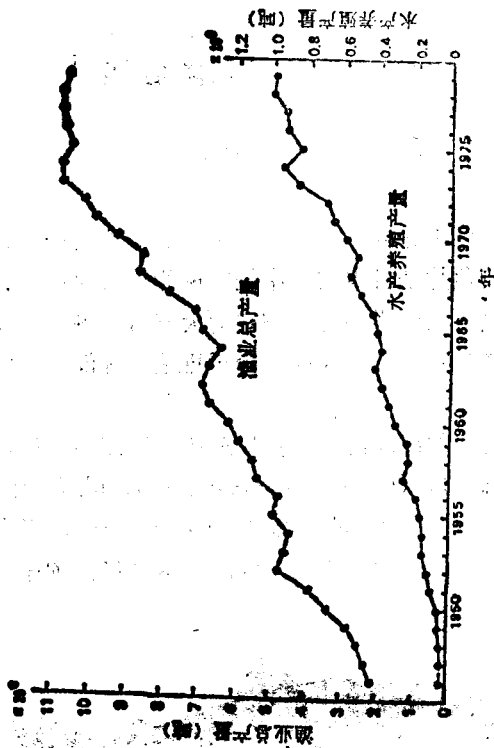


图 2.1 日本渔业总产量和水产养殖产量年变化情况

第二部分 淡水养殖

第三章 大麻哈鱼

(*Oncorhynchus keta*)

大麻哈鱼肉味鲜美，深受日本人的高度赞誉和喜爱。盐渍烤大麻哈鱼片是日本家庭中较普遍的佳肴之一。市场上经常可买到以各式各样的方法制成的大麻哈鱼罐头。尤其在传统的年终送礼时节，咸大麻哈鱼干更是一种深受推崇的礼物。

尽管日本北部地区经饲养后放流到河流中的鲑鱼共有三种，即大麻哈鱼 (*Oncorhynchus keta*)、驼背大麻哈鱼 (*O.gorbuscha*) 和孟苏大麻哈鱼 *O.masou*)，但占放流苗种数 90% 以上的是大麻哈鱼。因此，本书仅仅阐述大麻哈鱼的养殖 (图 3.1)。

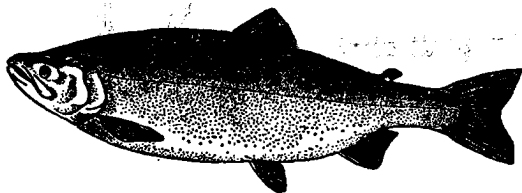


图 3.1 大麻哈鱼(*Oncorhynchus keta*)

一、大麻哈鱼的特征

(一) 纲：硬骨鱼纲 (Osteichthyes)

目：鲑形目 (Salmoniformes)

科：鲑科 (Salmonidae)

(二) 最大个体：叉长100厘米，体重10.5公斤。

商品规格：叉长50~75厘米 体重1.5~6.0公斤。

(三) 体色：大麻哈鱼在海洋生活期间，背部暗蓝绿色，体侧和腹部银白色。产卵期间，全身体色变暗。同时体侧出现黑、黄和粉红相间的色斑。在幼鱼期，沿侧线有小小的幼鲑斑点 (图3.2)。

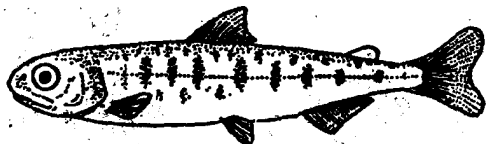


图 3.2 具幼鲑斑的大麻哈鱼鱼苗

(四) 外部特征：体延长，稍侧扁。背鳍后有一小脂鳍。鳞圆细小。无鳍棘。产卵期间，雄鱼上下颌部突出，牙齿变大；体色变暗，体形侧扁。

(五) 生活史和生态学 (图3.3)：9月。翌年1月间，成熟亲鱼由海洋进入河流中产卵。大麻哈鱼的产卵期为10月至次年1月。临近产卵的时候，雄鱼和雌鱼配对。

大麻哈鱼的产卵场为具有地下涌泉的沙砾河床。雌鱼选择一个地方挖坑，雄鱼守卫，防止其它雄鱼的干扰。与此同时，雄鱼向雌鱼靠拢，轻轻地颤动鱼体，刺激雌鱼的产卵行为。

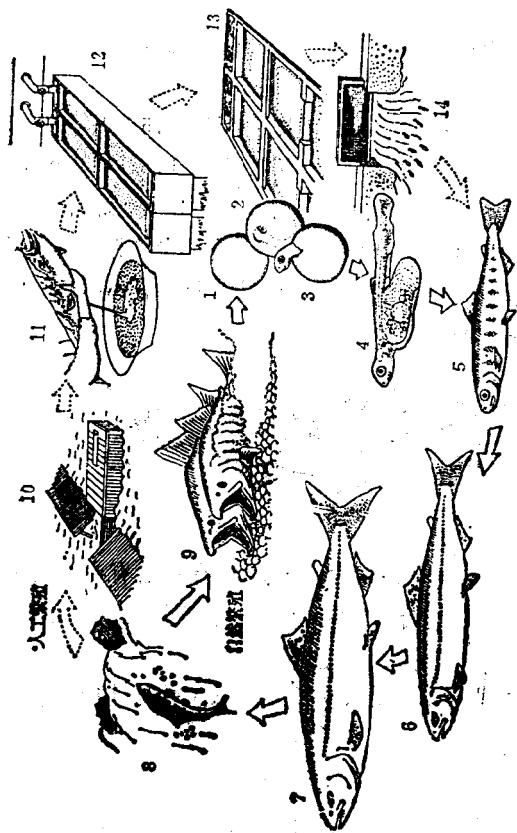


图 3.3 大麻哈鱼的生活史

- 1. 受精卵 2. 发眼期卵 3. 孵化 4. 嫩口鱼苗 (有卵黄囊的鲑苗); 3 厘米 5. 河流中的鱼苗 (鱼种); 3—6 厘米 6. 沿岸海域中的幼鱼 (二龄鲑); 6—15 厘米 7. 北太平洋中性未成熟的大麻哈鱼 8. 溯河洄游 9. 自然产卵 (成鱼产卵后死亡) 10. 捕捉成鱼 11. 采卵和受精 12. 孵化 13. 鱼苗投饵 14. 放流

雌鱼摆动尾鳍在河床上挖坑。挖坑过程大约需要一个小时，坑深30~50厘米，直径50~100厘米。坑挖好后，雄鱼和雌鱼并列于坑底。雄鱼排精，雌鱼产卵。产卵后，雌鱼用尾鳍拨动沙砾填坑，把卵盖上。因此，卵坑的上方通常形成一

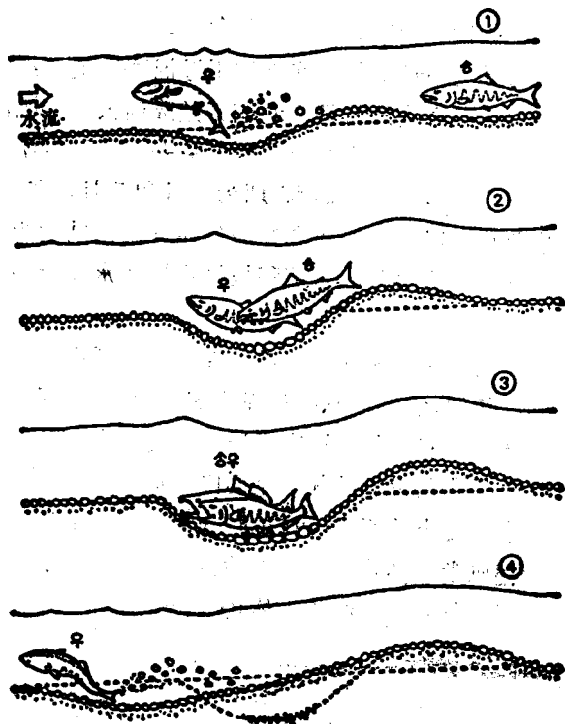


图 3.4 大麻哈鱼的产卵行为

- ①雌鱼选择一个地方挖坑，雄鱼守卫防止其它雄鱼干扰。
- ②坑快挖好的时候，雄鱼接近雌鱼，颤动鱼体，刺激产卵行为。
- ③坑挖好后，雄鱼和雌鱼并列于坑底，雌鱼产卵，雄鱼排精。
- ④产卵后，雌鱼用鱼尾拨动沙砾填坑。

个直径为100厘米的沙砾堆。雌鱼停在沙砾堆附近，守卫着卵（图3.4）。不久后，雄鱼和雌鱼即因精疲力尽而双双死去。一尾雌大麻哈鱼的产卵量为2,000~5,000粒。

大麻哈鱼卵橙色或淡红色，直径6.5~8.5毫米。卵在沙砾堆下发育，水温7~8°C时，经60~70天孵化。仔鱼在卵产出后的120~150天间变成能自由游泳的鱼苗。

能自由游动的鱼苗，停留在卵坑附近温暖，流速缓慢的河川之中。当水温升高的时候，它们开始降河入海。当冰雪融化，河水上涨的时候，大麻哈鱼的幼鱼开始降河洄游，洄游发生在3月至6月间，其高峰期为4月和5月。在此期间，大麻哈鱼鱼苗以诸如摇蚊和蜉蝣幼体等水生昆虫为食。在洄游的后期，大麻哈鱼的鱼苗积极摄食掉到水面上的陆栖昆虫。

大麻哈鱼的鱼苗洄游入海之后。在近岸水域中暂时生活一小段时间。起初，它们栖息在沿岸浅海区中，然后逐渐移居至较深的海域。大麻哈鱼以甲壳类浮游生物，尤其是桡足类甲壳动物以及其他鱼类的幼体，主要以玉筋鱼为食。至5月或6月，海水温度上升至12~15°C时，大麻哈鱼的鱼苗生长至全长为7~8厘米，体重3克，然后洄游至近岸海域。在此阶段中，大麻哈鱼体形变细长，体色变成银白色，幼鲑斑纹消失。

大麻哈鱼在北太平洋中生活1~5年，大多数2~3年。在海洋生活期间，它们以磷虾、桡足类甲壳动物、翼足类软体动物、端足类甲壳动物和小鱼之类的海洋动物为食。在海洋生活最后一年的4月或5月，大麻哈鱼开始生殖洄游，从阿拉斯加湾向西南方向洄游，至9月或10月到达它们出生的所在地，——河流入海处的附近海域。

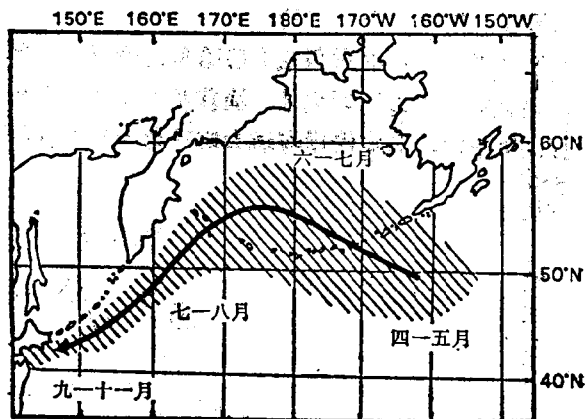


图 3.5 从北海道地区放流的大麻哈鱼估计的分布地区(阴影部分)和洄游路线(箭头) ← 产卵洄游路线(引自 Kondo等, 1965)

二、日本大麻哈鱼养殖的现状

在日本北部地区，由于自然资源的开发，自上个世纪末以来，大麻哈鱼产卵场的周围环境开始逐渐恶化。从那个时候起，在江河繁殖，然后降河入海，又从北太平洋经过长时间的洄游之后，才回到日本沿岸海域的大麻哈鱼种群就显著地衰减了。

1888年，日本政府在北海道建立了一个大麻哈鱼的孵化场，饲养和放流大麻哈鱼鱼苗，以期恢复大麻哈鱼的种群。随后，又建立了许多私营的孵化场以及4或5个另外的国营孵化场。尽管这些孵化场作了一定的努力，但每年回到日本沿岸海域的大麻哈鱼数量仍然很少，波动在200~500万尾之

间。直到最近，情况才有所好转。

1970年以来，日本沿岸海域大麻哈鱼的渔获量已经大大提高了。1975年，创造了新记录，渔获量为1,770万尾（图3.6）。1974年之后，日本沿岸海域大麻哈鱼的渔获量一直保

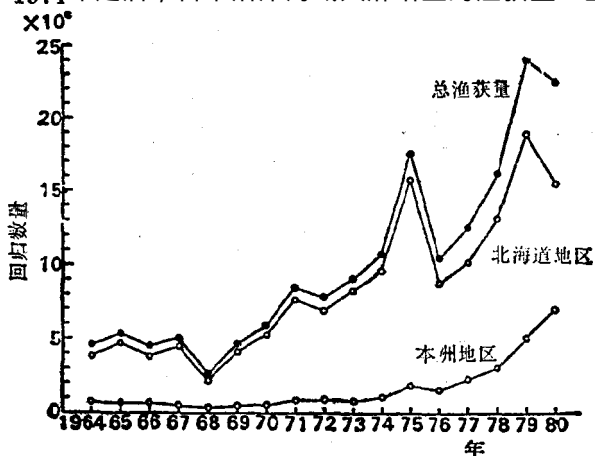


图 3.6 日本大麻哈鱼年回归量 (总渔获量和沿岸渔获量)

持在1,000万尾以上，差不多相当于近海大麻哈鱼渔业的渔获量。由于受新的国际捕捞限额的限制，日本近海大麻哈鱼渔业的产量一直在下降。

1970年以来，回到日本沿岸的大麻哈鱼鱼群增加的主要原因，是由于饲养和放流技术的改进，大麻哈鱼苗种放流量增加。尤其是1966年以来，采用了一种称为投饵-饲养的新技术和调整放流时间之后，大大提高了放流大麻哈鱼苗种的成活率。

为了产卵而洄游到沿岸海域的大麻哈鱼，在归回出生河流之前，90%以上就被定置网渔业捕获。许多年以来，所有剩下的大麻哈鱼全部被孵化场捕获，用作种群增殖的亲鱼，

因此，可以说，所有回到日本沿岸海域的大麻哈鱼全部是孵化场放的。

现在 北海道有37个国营的孵化场，4个地方国营和62个私营的孵化场实施大麻哈鱼的饲养和放流的工作，每年孵化的大麻哈鱼卵总数为13亿粒。在本州，124个私营孵化场孵化大麻哈鱼卵的总数为5亿粒（图3.7）。从这18亿粒大麻哈鱼卵孵化出来的苗种中，有14亿尾鱼苗用于放流。在这14亿尾苗种中，8亿尾用投饵饲养的方法作进一步饲养，然后放流于北海道的157条以及本州的110条河川之中。

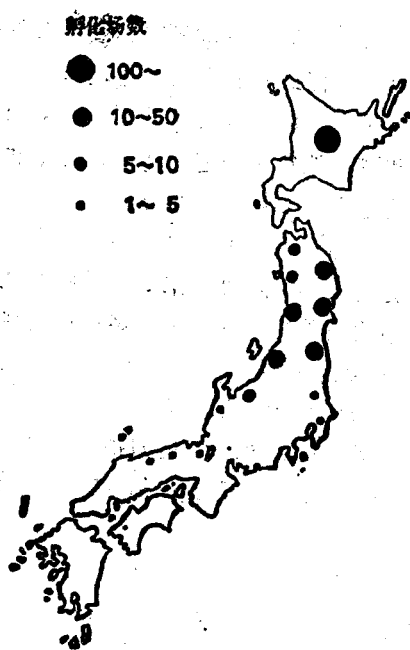


图 3.7 日本大麻哈鱼孵化场分布

三、大麻哈鱼的养殖技术

大麻哈鱼的养殖过程见图3.8。

(一) 亲鱼的捕获和采卵受精：在日本，除孵化场外，其他任何人是严格禁止在河流中捕捉大麻哈鱼的。河流上游有大量性成熟的大麻哈鱼，因此，河流上游的天然产卵场是捕获成熟大麻哈鱼用作亲鱼最好的地方。然而，近年来，为了最大限度地降低大麻哈鱼在溯河洄游过程中，由于偷猎、水质污染或建筑在河流中障碍物拦截的损失，用作亲鱼的大麻哈鱼主要在河口附近捕捞。捕捞亲鱼应用最普遍的方法是采用鱼筴。但最好的方法是通过鱼道直接把它们从河里引到孵化池里。但后一种方法并不普遍采用，这是因为要找到把鱼道和孵化池建在一起的适合地点是非常困难的，而且这些设施的建设需要耗费大笔的资金。

在河流下游捕获的亲鱼，必须蓄养在水池里2~3星期，方能达到性完全成熟的阶段。未完全成熟的亲鱼有时蓄养在架设于河流中的蓄养栏或网箱中。亲鱼性达到完全成熟的时候，把它们从池子中捕捉上来，在眼睛和鼻孔之间的位置上重重一击，将亲鱼处死。在雌鱼的腹侧剖开，把卵倒入采卵盆。然后挤入雄鱼的精液，把精卵拌匀。若干尾雌鱼的卵至少必须与两尾雄鱼的精液混合。加入5~10 的净水，卵则受精。

受精卵置于洗卵槽内洗涤。卵在水槽中吸水膨胀和硬化。在水温8 下，受精卵硬化所需要的时间约为1小时。卵吸水后，转移到孵化器中。这一时期的卵对震动非常敏感，因此，处理时务必小心谨慎。

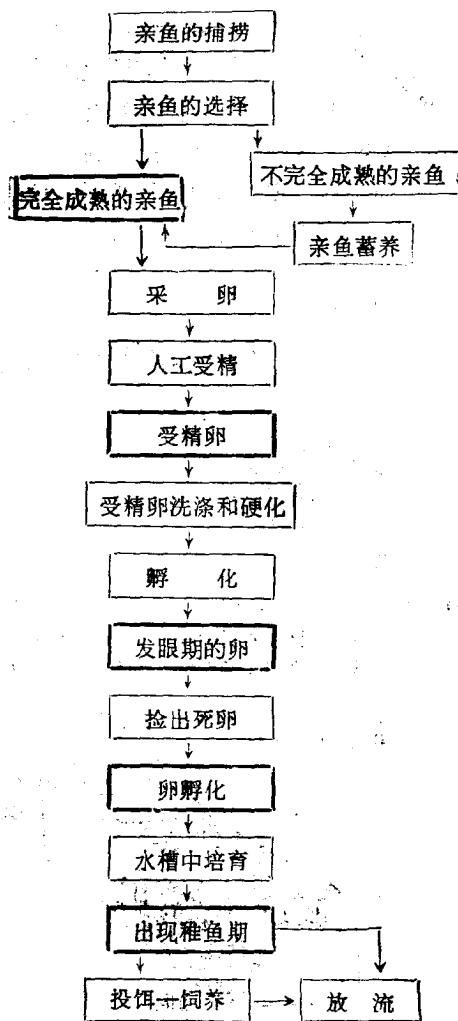


图 3.8 大麻哈鱼的养殖过程