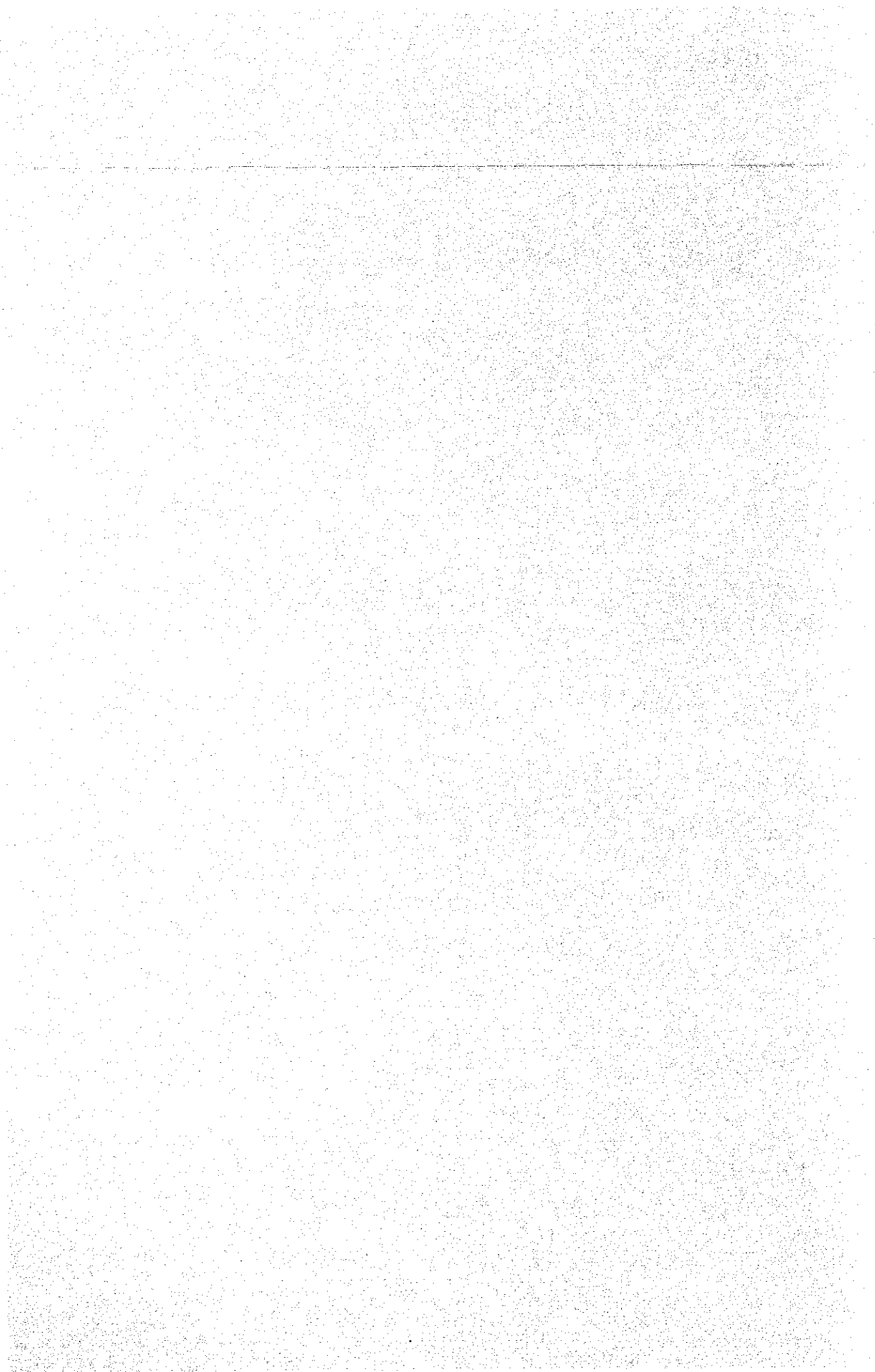


>

18 食 肉 加 工



食肉加工の目的は、

1. 比較的腐敗し易い畜肉の保在性を増し、長期間保存をすることによって需要供給のバランスをとる。
 2. 食肉に独特の風味芳香を与え、外観を良くし、価値を高めると同時に各家庭に於ける調理を簡単にする。
 3. そのままでは食用になりにくいもの、或いは廃棄処分になるべき部分を食用として価値のあるものに変えること。
- 等があげられる。

I. 食肉加工の歴史と現況

食肉加工の歴史は非常に古く、旧約時代すでに焼肉、培肉が存在していたと言う記録があるほどである。紀元前 1,000年頃には、ある種の腸詰めがつくられ、ヨーロッパや地中海沿岸地方では紀元前約 100 年頃まで盛んにこれが利用されたと云われる。

日本で初めて食肉加工が行われたのは、1872年長崎市の片岡伊右衛門が、米国人ペンズニよりハムの製造法を伝授されてハム工場を建設したと云うのが最も古い記録とされている。それ以来一世紀あまりたった現在（1981年）ハム・ベーコン・ソーセージ類の生産量は 400,000 t に達している。

戦前の日本移民は、着伯当時ファゼンダに配耕され食卓に出されたこれら肉製品に馴染めず、なかなか食べることができなかったと云う話を聞く。

ブラジルに於いても最近では養豚技術が向上しランドレース、ラージホワイト、デュロック等の品種も多く飼育されるようになり、食肉工業も従来から伝授された技術と勘に頼った家内工業から、量産ができ、コストダウンにもつながる高性能な加工機械を導入し、近代的な工業に脱皮しつつある。然し、他の産業と同様、食肉加工業界でも過当競争など種々の問題を抱え、より安いものを作ろうとする余り、まがい物も多くなってきている。ごく一部の小メーカーは、伝統的な手法で、いわゆる手作り商品を生産しているが、生産量も少なく、一般消費者にまで行き渡る機会は少ない。

II. 屠殺解体

1. 屠殺準備

屠殺しようとする豚は健康、絶食、給水、安静の四条件を守るべきである。

健康状態：如何に外観上加工用に適している様に見えても不健康、特に疾病にかかっているものは、食用に供する事は避けるべきである。又、外傷で局部に充血のあるものは、その部分を屠殺解体後除去して使用すべきである。

豚の健康状態を知るには、脈拍、呼吸、体温等によって判断するが、正常なものの数値は、脈拍60～80/分、呼吸10～20/分、体温38～40℃である。

絶食：屠殺前少なくとも24時間水のみを与え絶食させる。屠殺直前に飽食したものは血液が毛細血管内に充満し十分に放血することが難しく、良い製品を作ることができない。

給水：絶食中水は自由に飲ませるべきである。こうして血液の循環を助け、体温を保持し消化器の内容物を排泄させる。

安静：屠殺前はできるだけ安静を保つべきである。屠殺前に追い廻したり強打する等、豚が興奮する様な処置は一切避け、万一屠殺しようとする豚が興奮している場合は、しばらく休息させてから行う。

2. 屠殺

屠殺法としては打額法、電撃法、刺殺法などがあげられる。

打額法：大型のハンマーを用いて前額部を強打して失神させたのち直ちに頸動脈を切断して放血させる方法である。

電撃法：本法は、脳神経に交流の電撃を与えて失神させたのち頸動脈を切断して放血させる方法である。

刺殺法：打額も電撃もせずに図1のように直接刺殺刀をもって動脈を切断する方法であるが、農家で一、二頭を屠殺する場合にはこの方法が簡易でよい。

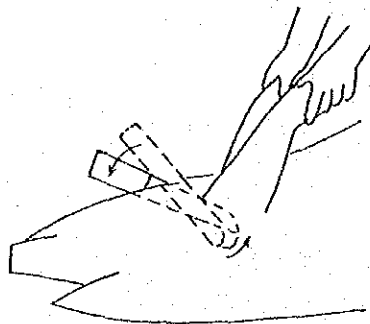


図1 刺殺法

3. 湯剥

豚の場合、剥皮をするのは難しく、ブラジルに於いては皮も食用として利用するので、湯剥を行なう。湯剥の際の湯の温度は、70～75℃とし、屠体が浸されている間、温度がさがらないように注意する。湯槽中に屠体を4～6分間浸漬すると、脱毛が容易になる。このような状態になったら台上に屠体を引きあげて剃毛器または鈍刀の刃をもって毛に逆らって擦り手ばやく毛と垢を除去する。次に除去できなかった残毛（顔面、耳の内側、足の先等に残りやすい）はナイフを用いて剃り取り、更にガス火を屠体表面に通し、きれいにする。

4. 内臓の除去

湯剥の終わった屠体は、後肢のアキレス腱を取りだし懸吊器（ブラジルに於いてはガンショと称する）を通し屠体を適当な高さにつり上げる。この作業は、屠体が大きくて懸吊が困難な場合や、吊り下げる適当なものが無い場合は、省いても差しつかえない。

次に、冷たい清水を屠体にかけて良く洗浄し、内臓の除去にとりかかる。

まず、肛門の周囲を刀でえぐり、肛門をひもでしばり、腸内容物の漏出を防ぐ。次に、腹部の正中線を切開すると共に胸腔の骨も鋸で切り、腹部内の臓器類を摘出する。臓器類を取り出す時は、横隔膜を胸壁にそって切開し、全臓器類を取り出すが、この際食道、気管と共に舌も一緒に取り出す。以上の作業を行なうに当っては、腸内容物が漏出しないように刀の刃先の使い方に十分注意しながら行なわなければならない。内臓除去後は、屠体の外部や腹胸腔内の血液その他の汚物を除去し、また屠体をできるだけ早く冷却する目的で冷たい清水でよく洗浄する。腎臓脂肪は枝肉につけたまま残すのが普通である。

次に背割を行うが、これには骨ひき鋸を使用し、背椎骨の中央部をひきわって左右半丸に両断する。背割りを鋸で切る前に背椎に刀で切目を付けておくと切目がきれいになる。

5. 冷却

半丸になった屠体は0℃の低温下において24時間冷蔵する。冷蔵することによって腿部肉の中心部の温度が1～2度になるのが理想である。

豚の歩留り（生体量に対する枝肉量の割合）及び解体成績の例を上げると表1のようになる。

表1 解体歩留り

	生体量	枝肉量	放血量	頭	内ぞう総量	毛	減耗
重量 kg	86,913	66,109	2,790	4,920	12,054	0,662	0,653
%	100	76.06	3.21	5.66	13.86	0.76	0.75

6. 内臓の処理

内臓類は、我々日本人にとっては、常に不用扱いされ、往々にして捨てられてしまうが、これは栄養価の高いものなので、出来るだけ全部を利用することを奨めたい。

①腸

内臓の中、胃・腸からは内部にいる細菌により屠殺後まもなくガスが発生し、時間が経過すればするほどその量が多くなり、悪臭を放つようになるので、内臓を取り出すと同時にその処置にかからねばならない。人手が足りずには内臓の処置にかかれぬ場合は、屠体を枝肉にしてからすぐ行うようにすべきである。

まず、噴門部（食道から胃に入る部分）を切断し腸管と共に他の臓器と分ける。次に腸・胃を分け、胃はナイフで開いて内容物を取り出し、すぐ清水で水洗いを行う。

腸は、小腸と大腸に分け、それぞれ水を腸内に通して内容物を流し出し一方から軽く手でしごいていく。

小腸をケーシングにする時は、割バシなどで内容物をしごいてきれいにした後、一つかみの食塩をす

り込み、一昼夜ほどそのまま放置すると自然酸酵をおこし、小腸周囲の筋肉、内面の粘膜が落ちやすくなる。このような状態にした後、腸を裏返し、内面を水洗いし、割りバシ又は竹べらのようなものでしごくと、粘膜・筋肉がとれる（図6参照）。これを水洗いした後、水切りを行い塩漬けにする。

腸をケーシングにせずに、そのまま食用にするにはナイフで開き水できれいに洗ってから20℃ぐらいの水にニンニクを一かけら細かくきざんで入れ、5分程つけておく。このニンニクによって腸・胃特有の臭気を除くことができる。

②肝臓

肝臓は、表2を見ても分かるように、栄養価の高いもので、しかも成豚になれば1.5～2.0kgになり、比較的大きな臓器であるだけに大切に扱いたいものであるが、血液を多量に含んでいる為、保存性に欠け、長期保存は難しい。従って、できるだけ新鮮な中に清水でよく洗い、それを0～5℃の冷蔵庫に入れて保存する。

③舌

舌は、内臓の中でも最高の味をもっていると云われているものである。清水できれいに洗った後、沸騰した湯の中に五分程つけると舌の表面の白い皮がむけだすので、湯より取り出し、この表皮を除去し冷蔵庫に保存する。

表2 肉並びに内臓の成分表

	水分	蛋白質	脂肪	炭水化物	無機物	熱量 100g カロリー	ビタミン含有量(100g中)			
							A	B	B ₂	C
牛肉	74.83	21.49	27.2		1.1	113	0	50	90	4.5
豚肉	70.69	21.57	6.9		0.92	153	0	800	150	3.5
牛心臓	66.34	19.35	13.34		0.86	204	0	600	350	4.6
牛肝臓	71.69	20.11	5.52	1.69	1.69	141	5,000	300	2,000	40
牛腎臓	74.01	16.38	5.29		1.17	116	0	300	1,000	3.8
牛胃	85.17	10.39	1.08		—	53	0	0	100	0
豚肝臓	72.05	19.53	5.27	2.51	1.48	139	1,500	400	3,000	20

④子宮

子宮は、2つ割りにし中をよく洗い、一度ゆでたものを保存する。

⑤豚脂の処理（ラードの作り方）

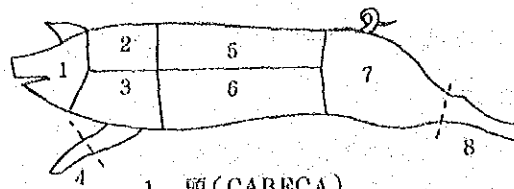
豚の脂肪をラードと称し、野菜のいため油などに使われる。近年は、ミートタイプの豚が飼われはじめているとは云え、豚を屠殺すれば脂肪はどうしても残るので、これを保存のきくものに変えておきたい。簡単なのはラードにすることであるが、その作り方として最も一般的なのは、煮取り法である。脂肪に臭気のあるものや変色しているものを材料にすると、よい製品ができないので、屠殺後できるだけ早く処理すべきである。

材料は、2～3 cm角か0.5～1.0 cm程の厚さに切り（薄い程効率がよい）、ナベにいれて火にかけ、たえず混ぜナベの底にコゲつかないように注意する。脂肪が溶けだして、もとの形の半分ほどになった時に脂をフルイでこし取り、容器にいれて冷やすと白く固まるので、これを冷蔵庫に保存する。

Ⅲ. 枝肉の分割

屠体は、十分冷却した後、使用目的にあわせて分割する。加工の目的、あるいは経済的な面から分割法も異なるが、頭・肩・胴・腿に4分割するのが普通である。

次に図2に豚枝肉の各部分の名称を示す。



1. 頭 (CABEÇA)
2. 肩ロース (PALETA)
3. ビタニック (PERNIL DIANTEIRO)
4. 前肢 (PATA DIANTEIRO)
5. ロース (Lombo)
6. バラ (COSTELA)
7. ハム (PERNIL)
8. 後肢 (PATA TRAZEIRA)

図2 豚枝肉の各部位の名称

①頭部

頭部は、頭蓋骨と第一頸椎との間を切断する。頸部には頬肉そのほかの肉片がある。頬肉は、切り取ると小切になるのでソーセージ、モルタデラ等の原料とする。

②肩部

切断する部位は、大型にする場合第5胸椎と第6胸椎の間、小型の場合は第3胸椎と第4胸椎の間を屠体に対して直角に切断する。肉面には頸椎、胸椎、胸骨などがあるので、肉に刀傷をつけない様に注意して除骨する。プレスハムの良い原料となり、整形の際でる小肉片は、ソーセージ類の原料となる。

③胸部と腿部

小型の豚は、第4腰椎と第5腰椎の間で切断すれば良く、大型の場合は腸骨と腰骨の間を切断する。胸部はロースとバラに分け、ロースは加工品にする場合はプレスハムの原料、バラはベーコンの原料となる。腿部は、プレスハムの原料となり、骨付ハム・骨抜きハムにした場合は、最高の加工品となる。

IV. 加工準備及び加工工程

1. 原料肉の整形

ハム・ベーコン等は、型をととのえ切屑肉は、ソーセージ、モルタデラ等の原料とする。自家用程度のものであるならば、あまり切屑肉を多く出さない様に整形し、後肢は飛関節以下をそのまま付けておいて差し支えない。前肢 (Pernil dianteiro 又は Paleta と云われる) は小型のプレスハムを作ると良い製品ができる。バラ (Costela と称する) は、肋骨を一本ずつ切り落とし、肋軟骨をナイフでむき出し肋骨と肋間筋を切り離す。又、肋骨と肋間筋とを一緒にして取る場合がある。即ち、ベーコンとコステラ・デフマード (Costela defumado) の原料とする。ベーコンを作る場合の原料は、乾燥・くん煙のときに肉がちぢむので、あらかじめ下腹部はやや幅を広くしておくといよい。

加工品を作る場合は、肋骨は以上のような処理がなされるが、ブラジルにおいては、肋骨部分はコステリーニャ (Costelinha) と称し豚生肉としては骨のまま高橋に取り引きされるので、この部分はそのまま商品化することをすすめる。

2. 血絞り

加工用に切筋し、整形した各肉片中には、血液や漿液が残存している場合が多い。特に放血の悪かった屠体の肉片を、ほとんどそうであると云ってよい。

そこで、肉片を塩漬液に漬込む前に血絞りを行う。血絞りの行程を省く所もあるようであるが、よい製品を造るためには血しぼりを行った方がよい。この場合、肉量に対し、3.0～3.5%の食塩と0.2～0.3%の硝石(Nitrato de potassio)を混合したものを肉の表面に手で擦り込み、絞り台の上に積み重ね、その上に板を乗せ軽く重石を置いて3～5℃の低温に2～3日間放置する。

血絞りをするとき、肉ができるだけ空気に触れるのを防ぐためにビニールなどで包むようにすると、肉の酸化がさまたげられ、きれいな製品ができる(肉は酸化すると暗赤色に変色する)。

3. 塩漬

血絞り後、食塩、硝石(KNO_3)、亜硝酸カリ(KNO_2)、又は亜硝酸ソーダ($NaNO_2$)、香辛料、砂糖及び調味料を加えて処理する操作を塩漬という。

この目的は、肉製品の貯蔵性を高めることと、肉製品の品質、風味、色沢、保水性、組織などを良くするためである。

塩漬には、乾塩法とピクル法との2通りがある。

①乾塩法

乾いた塩の状態で行う方法である。肉は50～80%の水分を含んでいるので、肉に乾塩をふりかけておくと肉中の水分が食塩を溶解して、しだいに肉の内部に侵入する。

イ. 大肉片の塩漬

ハム、ベーコンのように大きな肉片を塩漬する時の肉量に対する食塩その他の塩漬材料の配合割合は、食塩4～5%、砂糖1～3%、硝石0.2～0.3%、香辛料0.5～1.0%とし、甘口にする時は食塩をひかえ砂糖を多くし、辛口にする時はその逆にすればよい。なお、硝石の一部を亜硝酸塩で置きかえてもよいが、この場合は、硝石の1/10量とする。

血絞りの終わった肉塊は表面の古い塩をよくはらい落とし、汁液をぬぐい去ってから、上記の配合塩を肉塊の表面にすり込む。次に塩漬タンクの中に肉塊を堆積するが、堆積に際し肉塊の肉面を上にし、皮面を下にする。このようにして順次肉塊を堆積し、最上層の肉塊は肉面を下にし、皮面を上にする。塩漬中は、3～4℃の冷暗所に置き、塩漬の日数は1kg当り3～4日の割にし、5kg以上の後肢は20日前後、10kg以上の大型後肢は、40日前後漬け込む。

乾塩法で大型の肉塊を塩漬する場合、食塩により、赤肉の部分が、脱水乾燥し骨の関節部分は、食塩の侵入が不足して変質する危険もあるので、十分注意する。このようなことがしばしば起る場合は、注射用ピクル(Salmora)を関節部の周囲や肉塊中に注射し、食塩の均等な侵入をはかることが必要である。

ロ. 小肉片の塩漬

モルタデラ、パイオ、ソーセージ類の為に調製した小肉片を塩漬する場合は次のようにする。まず原料肉塊を2～3cm角の大きさに細切するか、又は、2.5cm目のプレート（ブラジルに於いてはペネラーと称している）を用いた肉挽機で荒挽きしておく。その肉量に対し、25～30%量のよく混合した混合塩を、塩漬用の容器に入れて2～3℃の温度の中に2～3日間塩漬する。塩漬中は、肉の表面を薄いプラスチックで被覆するのが望ましい。

この際の、混合塩の配合割合は、食塩100、硝石2.5、亜硝酸0.25、砂糖10とする。

②湿塩法

湿塩法は、塩漬液（Salmore 又は Pickle）を作り、これに血絞りの終わった肉片を浸漬する方法である。

イ. 塩漬液の調製

肉製品の風味は、塩漬液の配合割合によって著るしく影響をうける。表3に塩漬液の配合例を示す。

表3 塩漬液（Salmore）浸漬用の配合例

材 料	甘 口 式	辛 口 式	注 射 用
水	100	100	100
食 塩	15～20	21～25	24
硝 石	0.1～0.3	0.1～0.3	0.1
亜 硝 酸 塩	0.05～0.08	0.05～0.08	0.1
砂 糖	2～7	0.5～1.0	2.5
香 辛 料	0.3～1.0	0.3～1.0	0.3～1.0
化学調味料	—	—	0.2～0.5

水の中に亜硝酸塩を除いた他の材料を溶かし、煮沸してから布でこし常温以下に冷却してから亜硝酸塩を加えてよく混合する。

ロ. 塩漬の方法

乾塩法と同様、血絞りの終わった肉塊の古い塩・汁液を除去し、その後予め清浄し、清潔にしておいた塩漬タンクに堆積する。その上に、肉重量の半量の塩漬液（予め2～3℃に冷却しておく）を注入し肉を浸漬する。表面には清潔な押し蓋をして軽く重石をして肉塊が浮上しないようにする。塩漬日数は、肉塊の大きさにより異なるが、大体肉量1kg当り4～5日間の割合で行えばよい。なお、塩漬期間中、数回肉塊の積みかえを行ない、塩漬が均一に行なわれる様にする。

早く塩漬を終わらせるためピクル注射法が行なわれる。ピクル注射法は食塩濃度によって差があるが、大体肉量の8～12%でよい。

4. 燻煙

整形し、布で包んだ肉又は、ケーシングにつめたものを乾燥させる。乾燥を行うことにより、肉に光沢を与えると共に、肉の表面を多孔質にして、次の燻煙に於いてその成分が内部までよく浸透するよう

にする。また、肉に酵素を供給して肉の発色を促進するようにする。

乾燥は燻煙室に移し50~60℃の炭火で肉の表面を軽く乾燥させ1~2時間で終る様にする。

燻煙の目的は、肉色を良くし、脂肪の酸化を防止し、防腐性のある煙の成分を肉の表面にしみ込ませることにある。

燻煙する場合、燻煙材として、出来る限り硬木を使用する。松のようにヤニの多い木は避けた方がよい。

燻煙室に火を入れる場合、最初は奥に炭火を置き、乾燥が終った時点で、鋸屑を細長く手前迄置き少しづつ煙が発生する様にする。燻煙には次の方法がある。

①冷燻法

サラメソーセージの燻煙を行う場合はこの方法による。15~25℃の低温で行うものであるが、ハムに使用する場合は、1週間にもわたって行う。

燻煙時間は肉片の大小によって差があり、小肉片やベーコンのように肉片が薄いものは3~5日位で良い。

②温燻法

30~50℃で燻煙する方法で骨付きハムの場合は、1~3日間、ベーコン1~2日間、ロースその他のハムは1~1.5日間程でよい。

③熱燻法

50~80℃で燻煙する方法で温度が高いため肉の発色も良く燻煙時間も短くてすむ。燻煙室は図3の様に鉄板で簡単なものを作れば充分目的を達する事が出来る。

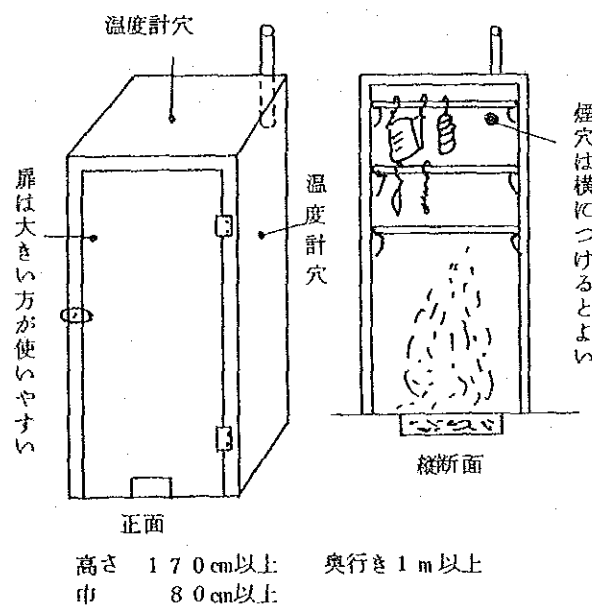


図3 燻煙箱

5. 水漬

製品によっては、塩漬の完了した肉片の表面に付着した過剰の塩分や肉中に浸透した過剰の塩分を抽出して製品中の塩分を適当に低減するために、冷水中に浸漬するものがある。この場合、肉量の10倍量の冷たい清水を用意し、この中に浸漬する。水温は5～10℃ぐらいが適温である。

6. 骨抜き

ハムには、骨付きのままと、骨抜きとがある。骨抜きの場合は、水漬の終わった後骨を抜き出す。肉を深く切り込まないように注意しながら、できるだけ丁寧に骨だけを抜き出す。

7. 整形

水漬の終わった肉塊は、水切りを行った後、乾布でよく拭いて整形する。ハムは肉の表面に突出した骨や余分な肉片を切除する。その上、ハム全体を目のあらい布で包むこともある。

ロースなどは布で包んだ上全体が同じ太さの円筒型になるように丈夫なヒモでかたく巻きしめて整形する。

肩等の小肉塊はプレスハム用の型を使用し肉片を詰めて加工する。

8. 湯煮

ハム・ロース等は燻煙後に、肉塊内の殺菌と、そのまま食用に供することを目的として、湯煮を行なう。ただし、骨付ハムやベーコンは湯煮を行わない。

この湯煮を行うことによって、製品は適度の硬さや弾力を与えられ、燻臭もやわらげることができ、その風味を万人向のものにすることができる。

湯煮を行う際、肉の中心温度は62～65℃で30分以上保持する。これを、75℃以上の高温にすると脂肪が溶出するので注意を要する。プレスハムは70～75℃とし、大型の場合5～6時間、小型の場合は2～3時間湯煮を行う。

9. 冷却

燻煙、湯煮の終わった製品は、できるだけ早く冷却し肉の中心部の温度を低く保つようにする。

10. 包装

冷却された製品は、布のあるものは布を取り、目の荒い布やパラフィン紙等で包み、外部からの細菌の侵入をふせぐようにする。最近では塩化ビニールなどの合成樹脂系フィルムや塩酸ゴムなどの包装資材を用いているが一般農家には、推奨できない。

V. ハムの製法

ハムの製法は、①原料肉の切断及び整形（Ⅲ章及びⅣ章1節参照）→②血絞り（Ⅳ章2節参照）→③塩漬（Ⅳ章3節参照）→④水漬（Ⅳ章5節参照）→⑤骨ぬき（Ⅳ章6節参照）→⑥整形（Ⅳ章7節参照）→⑦乾燥・燻煙（Ⅳ章4節参照）→⑧湯煮（Ⅳ章8節参照）→⑨冷却（Ⅳ章9節参照）→⑩包装（Ⅳ章10節参照）となるが、骨つきハムの場合⑤の骨ぬき作業と⑧の湯煮が省かれる。ロースハムの場合は⑥の整形後布の上へのせ堅くまきヒモで強くしばった上⑦の燻煙に入る。

この作業行程を図4に図示する。

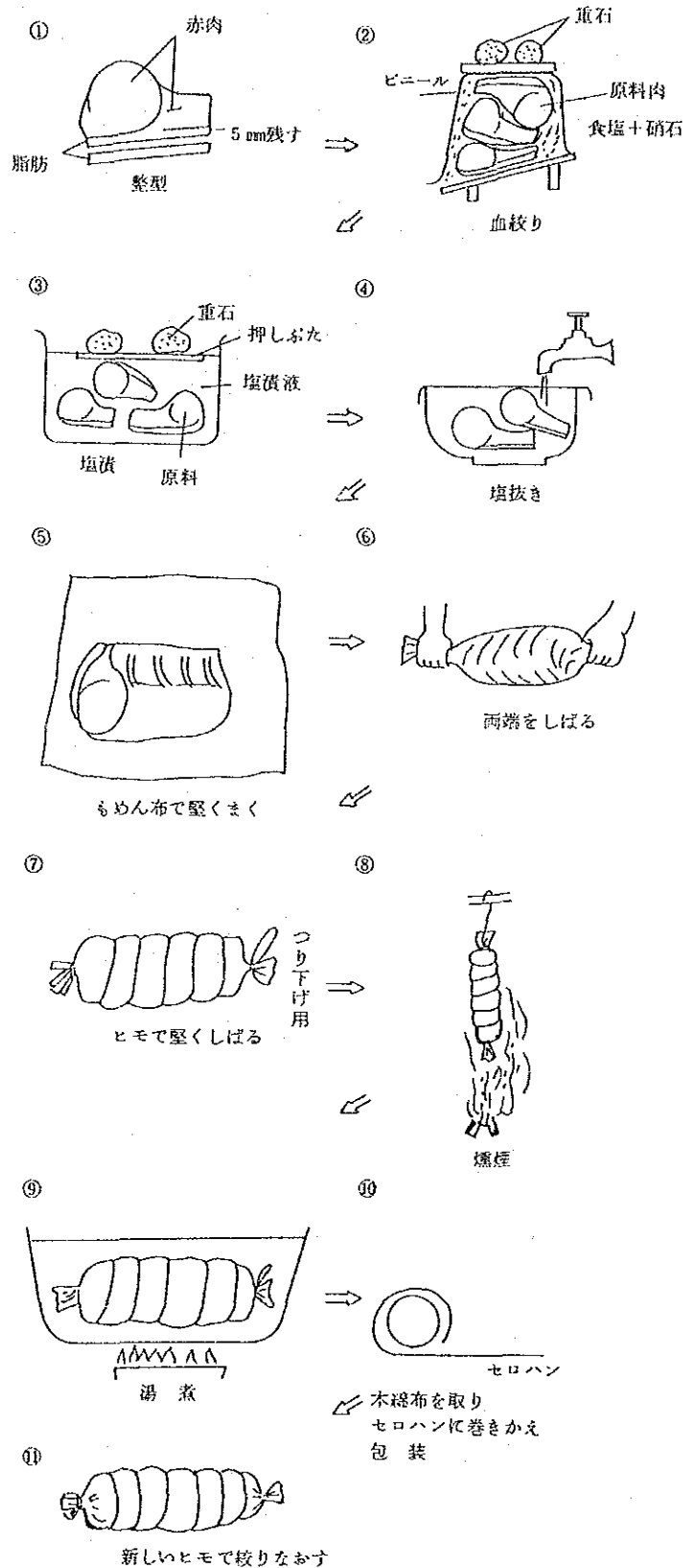


図4 ロースハムの製造行程

VI. ベーコンの製法

ハムの製法とほとんど変わる所はないが、骨ぬきの作業がハムの①と同時にこなされること、骨つきハムと同様湯煮は行なわれないこと、包装がなされないことなどが相異点として上げられる。

即ち、

①原料肉の切断及び整形、並びに骨ぬき（Ⅲ、Ⅳ1）→②血絞り（Ⅳ2）→③塩漬（Ⅳ3）→④水煮（Ⅳ5）→⑤整形（Ⅳ7）→⑥乾燥・燻煙（Ⅳ4）

以上のことを簡単に図示すれば図5のようになる。

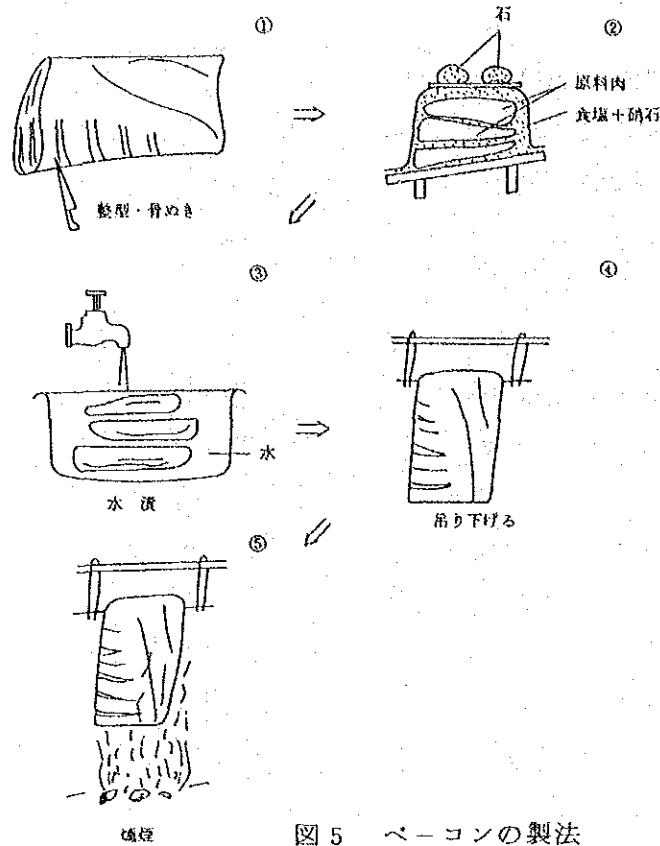


図5 ベーコンの製法

VII. プレスハムの製法

ハムやベーコンになる部分を除いた小肉塊と、ツナギ肉として兎肉、牛肉、羊肉を混合し、ケーシングに詰め、ハムボイラーに密封し、湯煮したものである。

その製法は

①小片肉の塩漬 - 2~5℃の低温に48時間 - (IV 3) → ②ツナギ肉を挽肉にする - 小肉片の5~10% → ③①②及び調味料・香辛料の混合 → ④充填 → ⑤ハムボイラーへ密封 → ⑥湯煮 (IV 8) ⑦冷却 (IV 9) → ⑧包装 (IV 10)

この製品に使用する香辛料は、コショウ0.3%、カルダモン0.1%、ナツメグ0.1%、メース0.1%、化学調味料0.3~0.5%等である。

VIII. ソーセージの製法

1. ドメステイク・ソーセージ

ドメステイク・ソーセージにも非常に多くの種類があるがここではポーク・ソーセージ (Lingnica) を紹介する。

①肉挽き、又は、刀で1~2cmの小片に切る → ②塩漬 - 冷蔵庫内に一晩置くことがある → ③豚脂を肉と混合 → ④充填 → ⑤冷却 → ⑥冷蔵庫に保存

塩漬は、食塩1.5~2.0%、黒コショウ0.1%、硝石0.2~0.3%、化学調味料、ニンニク、砂糖は

好みにより使用量を変える。人によってはブドウ酒を0.3～0.5%入れることがある。豚脂の混合割合は好みにもよるが、全量の30%までが限度と見てよい。

腸に詰めるには、肉挽器に充填口をつけて挽きながら充填すればよいが、これはかなりの重労働である。手廻しのスタッパー（充填器）が市販されているので、多量に作りたい人には、これの購入をすすめる。

この作り方を図示すると図6のようになる。なお、これを燻煙したい場合はしばらく放冷した後、燻煙室に入れる。温燻煙法が適当である。

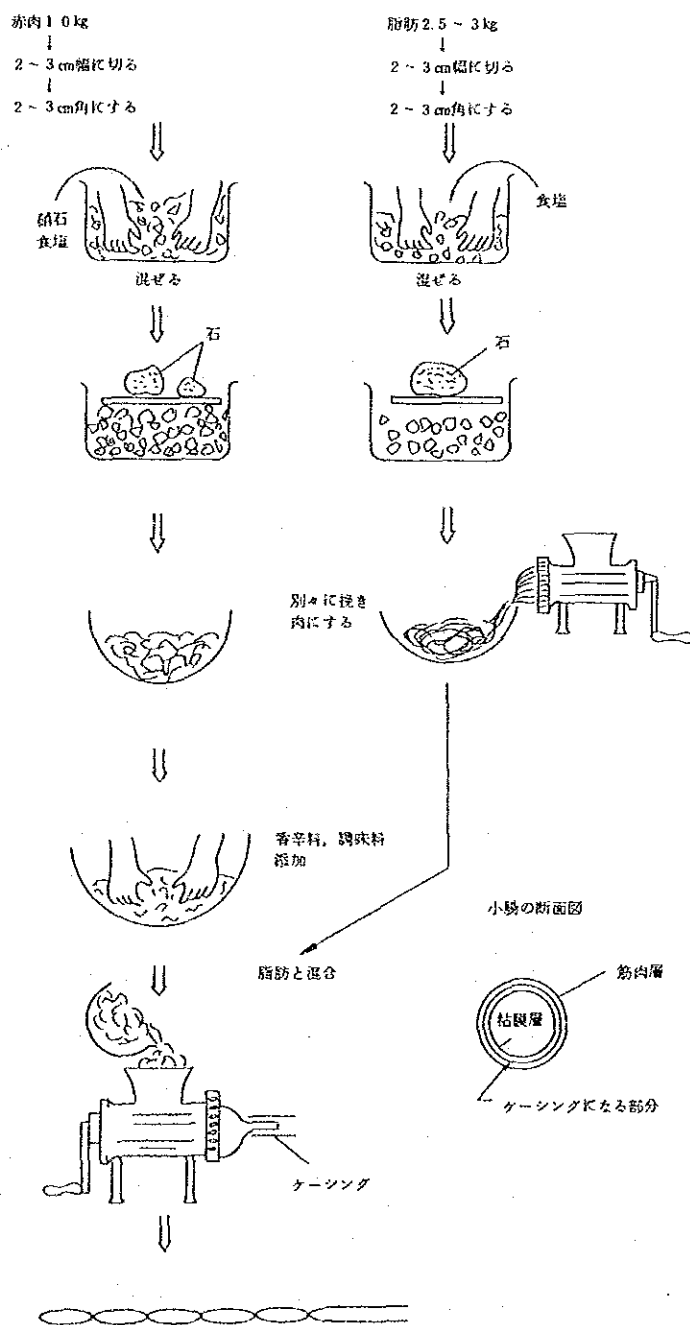


図6 ソーセージの製法

2. ドライソーセージ

この中にも沢山の種類があるがモルタデイラの製法を紹介する。

①原料肉を小片にする→②塩漬-2~3日間・2~4℃の低温下で→③肉挽き→④味付け→⑤充填-肪朥又は太い腿に→⑥燻煙(IV4)→⑦高温室→⑧冷却

塩漬は、原料肉に対し、塩2~3%、硝石0.2%、亜硝酸ソーダ0.01%、砂糖少々を十分混合し、肉にふりかけ良く混合した上、室温2~4℃の中で2~3日間行う。

塩漬の終わった肉を肉挽き器で挽き、次にカッターに移し、水を使用して温度を上げないようにし、適度に粘りが出たら黒コショウその他の調味料、香辛料を加え十分練り、最後に豚脂肪を角切りにしたものを混入した上で充填する。最近では結着力増進剤としてリン酸塩、特に・ピロリン酸ナトリウム($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$)が良く利用されている。

IX. 応用

1. 鶏の燻製

加工法は肉製品に準じ①塩漬→②燻煙→③水煮と云う順序になる。

塩漬はハムと同様の配合で行うが、好みにより香辛料は変えてもよい。

特に内臓を出した部分は良く水洗し、塩を丁寧すり込み、塩漬は3~4℃で4~5日間行う。

燻煙は、温燻法(30~50℃)で1~3日間熱燻法でも7~8時間で終了する。

水煮も行なうが、要領はハムと同様70~75℃で行い、湯煮の終わったものはできるだけ早く冷却し、温度を低く保つようにする。

2. 魚類の燻製

加工は次の順に行なう。

整理(内臓取り出し)→塩漬→乾燥→燻煙

魚類は鱗や、細い骨の無いものほど出来上がった製品は良く、食べやすい。然し、日本においては、一般に魚の燻製と云えばサケ、マスが代表的なものである。一般には魚の燻製は鱗は取らず、内臓及び鰓(えら)を取り除き、血液等を水で良く洗い流す。

次に塩漬を行なうが、自家製の場合は乾塩法が良い。製品の出来上がりを良くする為には、魚の目方より多い塩を使用し、後で流水中に入れて塩抜きを行なうと良く身が締まり保存性が増すばかりでなく美味となる。

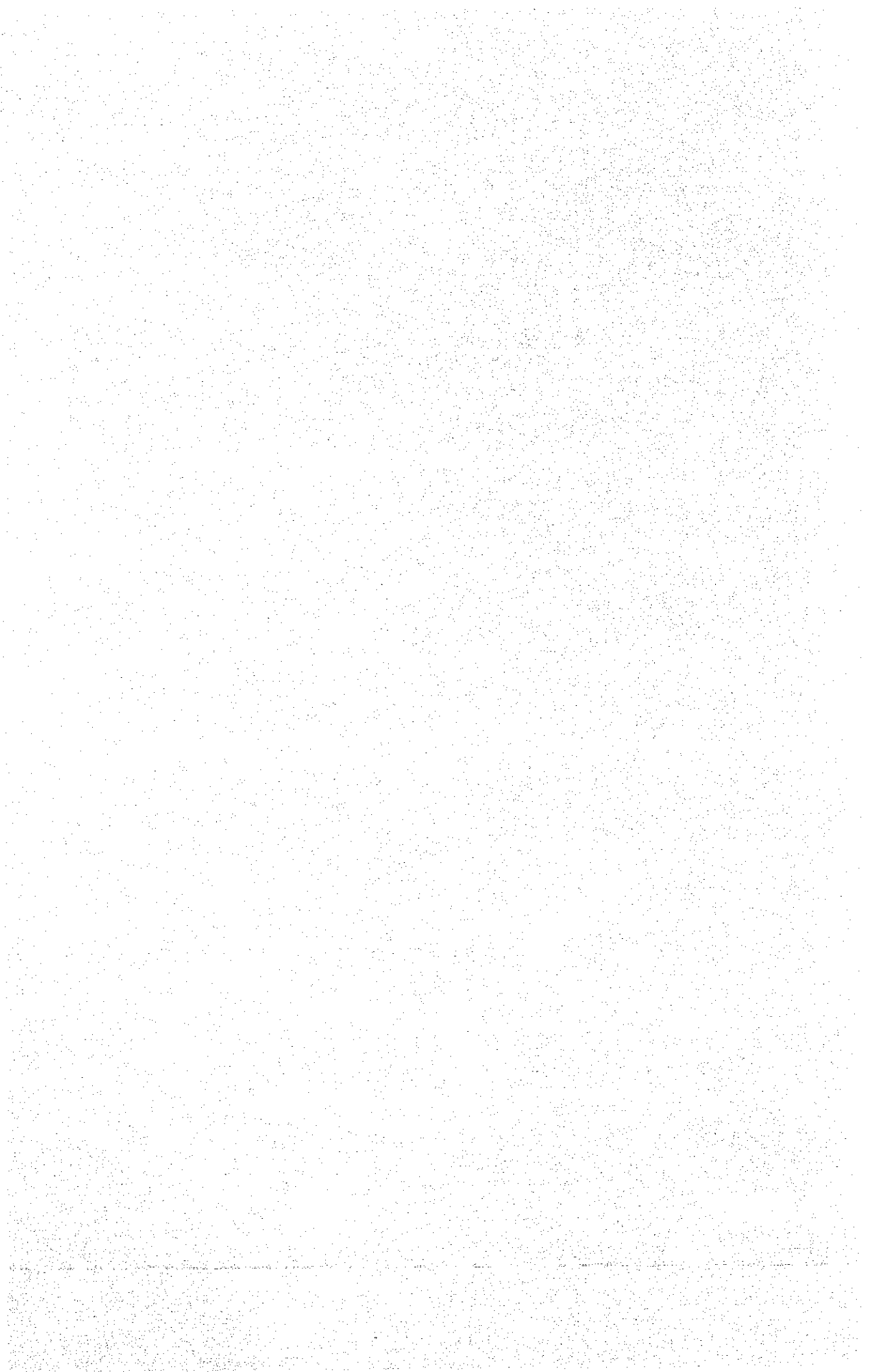
塩漬は、食塩2.5~3.0%、砂糖0.3%、その他好みによってコショウ、ニンニク、化学調味料を使用するとよい。特に、内臓を取り出した部分は丁寧に塩をすり込み、全体にまんべんなくすり込んだら容器に入れる。塩漬中は3~4℃の冷暗所に置く。

塩漬日数は、1kg当り3~4日の割合にする。小型の魚は、2日程度で塩漬は終る。次に燻煙箱に移すが、魚の尾をヒモで縛って、ホウキの柄や竹に吊り下げ、魚と魚がふれ合わない様にして乾燥を始め

る。炭火50～60℃の温度にして魚の表面を軽く乾燥させるが、この作業は1～2時間で終わる様にする。それから直ちにIV 4の要領で燻煙を行い、表面をきれいな金色に仕上げる。

魚の燻煙は冷燻法がよいが、自家製では、温燻法、即ち30～50℃で1～2日間程度で仕上げるのが一般的である。

第二章 養 蚕 編



養蚕 (Sericulture)

I 養蚕の起源

養蚕の起源は不明であるが、中国遺跡の出土品等から少なくとも紀元前一千五百年には蚕が飼われていた事がわかる。

絹の発見については伝説だと思うが、中国で蚕で作った繭(マユ)を王女がもて遊んでいるうちに誤って湯の中に落とし、あわてて拾いあげようとしたところ、マユの表面から美しい糸が次ぎから次ぎとあがってくるのを見て織物をつくる事を思い付いたと言う。勿論当時の蚕は現在世界各国で飼育されている蚕ではなく、野蚕の一種である白眼蚕(中国名)と思われる。

絹が発見された頃には麻や綿はすでに存在していたと思われるが、絹は衣料繊維の中で最も貴重な繊維として主に王侯貴族の衣料に供された。その後東西貿易が盛んになるにつれて絹は重要な交易物資となった。絹を運んだ道がいわゆるシルクロードである。当時ヨーロッパで絹は純金と同じ値段で取引されていたと言う。

また、養蚕は中国から日本、ヨーロッパ、東南アジア等各地に広がって、それぞれ非常に異った環境の下で蚕の飼育が行われる様になり、中国種、日本種、欧州種、熱帯種などのそれぞれ特徴のある地方種がつくられた。このように蚕は長い期間異った多くの自然条件や、異った飼育法で飼育されてきたので、数多くの突然変異体が出現した。その中で珍らしいものや、実用的価値の高いものが保存されて利用されるようになった。それらが飼育しやすく、沢山の糸のとれる品種に改良されていった。特に1900年代に入ると、改良技術(育種学)が進み、一代雑種の普及が始って生産性は急に増大するようになった。

II 世界の養蚕業

世界の生糸の総生産量は1935年前後が最高で90万俵(1俵は60kg)をこえたが、第二次大戦直後は10万俵まで生産量が減少したと思われる。その後、少しずつ増産され、1975年には80万俵に増加した。

世界の主な生糸生産国は、中国、日本、韓国、ソ連、インドであり、この五つの国で世界の生糸生産量の90%以上を占めている(表1)。

マユの生産も前記5ヶ国で世界の全生産量の90%をこえている(表2)。

又、ブラジルの生産量は、生糸、マユ共に世界で6番目に位置し、その生産量は、生糸で2.7%、マユで2%となっている。

表1 世界の生糸生産高

(単位: 俵)

項目 年次	生 産 高		
	1981	1982	1983
日 本	247,000	216,000	207,600
中 国	389,000	393,000	398,000
韓 国	42,000	40,300	32,400
ソ 連	60,900	61,000	61,000
イ ン ド	75,000	75,000	75,000
ブ ラ ジ ル	22,000	22,300	22,700
北 鮮	11,500	11,500	10,000
イ ラ ン	7,200	7,200	7,200
タ イ	12,200	13,700	13,800
ブルガリア	3,000	3,000	3,000
トルコ	5,100	5,000	5,100
台 湾	610	550	550
ルーマニア	2,100	2,100	2,100
ベトナム	1,200	1,200	1,200
イタリア	190	180	180
ギリシャ	310	0	0
インドネシア	280	280	280
バングラデシュ	370	370	370
ハンガリー	300	300	300
マダガスカル	280	280	280
シリア	250	250	250
ユーゴスラビア	210	210	210
アフガニスタン	200	200	200
レバノン	160	160	160
ポーランド	120	120	120
エジプト	60	60	60
その他	470	470	470
合 計	882,010	854,730	842,530

表2 世界の繭生産高

(単位: トン)

項目 年次	生 産 高		
	1981	1982	1983
日 本	64,800	63,300	61,100
中 国	240,000	242,000	245,000
イ ン ド	62,000	62,000	62,000
ソ 連	49,000	49,300	49,300
韓 国	13,300	12,900	12,600
ブ ラ ジ ル	9,150	9,020	9,200
北 朝 鮮	6,500	6,500	6,500
タ イ	7,300	8,200	8,200
イ ラ ン	3,500	3,500	3,500
ブルガリア	2,100	2,100	2,100
台 湾	1,640	1,250	1,000
トルコ	2,050	2,030	2,000
ベトナム	1,000	1,000	1,000
ルーマニア	850	850	850
パキスタン	380	380	380
アフガニスタン	400	400	400
パラグアイ	350	300	50
バングラデシュ	230	230	230
ギリシャ	130	60	60
ハンガリー	250	250	250
シリア	250	250	250
イタリア	90	80	80
マダガスカル	170	270	170
インドネシア	170	270	170
ユーゴスラビア	120	220	120
レバノン	100	200	100
その他	410	410	410
合 計	466,240	466,870	467,100

III ブラジルの養蚕業の歴史

ブラジルでの養蚕業の歴史は古く、1920年頃イタリア移民によって始められたが、その後日本移民の手に移り、日本から送りだされた第一次、第二次養蚕移民の手によって本格的な養蚕が始り、現在に至っている。

1930年から1941年までの約10年間のマユの生産量は約500トンで、生糸生産量は約50トン。一方ブラジルの国内消費量は生糸で220トン位あった為に、その不足分を日本とイタリアから輸入していた。

第二次大戦が始った1941年から1949年までの約10年間は、日本及びイタリアからの輸入が止った為に、ブラジルの養蚕は非常に活気づいた。又、それだけに止まらず、世界的に生糸が不足し、北米、中南米諸国から注文が殺到し、価格も非常に高くなり、ブラジルはついにアメリカ大陸唯一の生糸輸出国となった。ブラジル国内の養蚕意欲は急速に高まり、農家はコーヒーが不況だったこともあり、コーヒー樹を切りたおして桑を植えたり、綿花倉庫を蚕室に転換してマユの増産が図られた。その結果生糸の輸入国から一躍輸出国となり、第二次世界大戦勃発前後の1940年と1941年のマユ生産量は720トン、(1167俵)であったが終戦時の1945年～1946年にはマユの生産量6140トン、生糸生産量467トン(7817俵)

へと急な発展をとげ黄金時代を迎え、国内で 120に近い製糸会社が乱設された。

1947年より1967年までの約20年間、終戦と共に日本の生糸が世界市場に輸出されるようになったことと、大戦中の生糸不足が丈夫で安価なレイヨン、ナイロンなど合成繊維の発明を誘発した事によってブラジルの生糸の輸出は急速に減少し養蚕農家は桑を抜根し他作物を導入し、当時 120あった製糸工場も数工場を残して倒産した。

1948年より1949年には、マユの生産量 430トン、生糸は39トン（647俵）に減少し、国内需要を充すにも事欠くに至り、再び外国産生糸に不足分の供給を仰がねばならなくなった。

そこで養蚕農家、製糸会社が団結し、養蚕業を再建する事を目的にパウリスタ養蚕協会を設立し、協会として、政府に働きかけ、ブラジルで必要な生糸はブラジルで生産しようと努力した。ブラジル政府もこの計画に賛同し、輸入生糸に課税し、又、特別措置として、当時禁止されていた日本よりの移民を、養蚕移民に限って許可した。このような関係者の努力により1950年、1951年には、マユ生産量は1131トン、生糸生産量は84トン（1405俵）に達した。

1963年、1964年頃から生糸の輸出が再開されたため、マユの生産は順調に増加した。特に日本での生糸需要が急速に伸びたため、1965年には供給が需要に追いつかなくなり、日本は生糸輸出国から輸入国になり、1967年にはブラジルから始めて、9.2トン（153俵）の生糸が日本へ輸出され、1972年には216トン（3,600俵）が輸出されたため、ブラジルではマユ、生糸の増産意欲が盛り上がっている。

数年前より日本の生糸会社が続々とブラジルに進出し、既養蚕移民を基盤として奨励に乗り出して以来、俄然養蚕ブームがわき起こり、生糸の生産量は急増した。肥沃で広大な土地と十数回も飼育可能な気候条件、更に低賃金による製糸等の好条件によってブラジルの養蚕業は今正に大発展をとげようとしている。生糸の輸出さえ順調に行くならばおそらく十数年にして世界の主要養蚕国となり、日本は無論のこと韓国、中国をもおびやかす筈に発展するであろう。

何故ならば日系養蚕家を基盤としての養蚕業であることが第一の理由であり、第二に日本の優れた製糸企業が進出し、多くの技術員によって日本の優秀な養蚕技術が普及されている。第三に広大な肥沃な土地があり桑園の拡張が容易であること（挿木法によって7ヶ月で収穫可能となる）。第四は年中飼育が可能なおこと（8回位が普通であるが、12～13回行っている人もいる）。第五に労働者の賃金が低いため製糸工場の経営が容易であること。等、利点は多い。

（マユ及び生糸の生産量）

年度	生糸生産量（俵）	マユ生産量（トン）
1970	5291	2395
1975	8980	6834
1980	19200	8370
1983	22700	9200

以上の通り生産量は急ぎようしている。1970年代に入り、それまでサンパウロ州にかぎられていた養蚕が、他州特にパウナ州に広がった。ブラジルの州別マユの生産割合は、サンパウロ州51.4%、パウナ州

45.6%、マッドグロッシン州、ミナス州、ゴヤス州で3%となっている（表3、表4）。

表3 1982年/83年養蚕年度、ブラジル養蚕地帯

州名	養蚕戸数	桑園面積	産繭量
サンパウロ	2,100 戸	21,100 ha	4,909 t
パラナ	1,562	13,580	4,069
マッドグロッシン	55	520	128
ミナスジェライス	40	330	80
ゴヤス	25	230	50
計	3,782	35,760	9,236

表4 1978/79対1982/1983の州別繭生産の推移

州名	1978/79		82/83	
	数量	比率	数量	比率
サンパウロ	6,000	74.4	4,909	53.2
パラナ	1,930	23.9	4,069	44.0
マッドグロッシン	66	0.8	128	1.4
ミナスジェライス	50	0.6	80	0.9
ゴヤス 外	22	0.3	50	0.5
計	8,068	100	9,236	100

現在ブラジルに於ける養蚕地帯が、ほとんどサンパウロ州とパラナ州に限定されているのはこの地帯が気候風土の点で最も養蚕に適しているからである。

ブラジルでは普通年8~9回繰り立てられ、一戸当たりのマユ収穫量は2000~2500kgであり、なかには22~50トンもの多収穫者がいるが、一家族単位でみると4000kg程度の農家が多い。広大な土地と蚕室（ハンショ）の投資額からすると、年8回で2000kg以上のマユを収穫しないと経営的に他作物と比較した場合、有利とは言えない。しかしブラジル南部は年一回ぐらゐの割合で大きな霜害あるいは雹害に見舞われるので、コーヒー、大豆、サトウキビ等は1~2年は収穫皆無になることがあるが、養蚕は年8回のうち1~2回休むだけで、他の蚕期は収穫できるので、他作物に比べて有利であるので、年間1500kg程度のマユ収穫量でも南部地方では飼育している。

蚕室は幅7m、長さ60~70m位が多く、又ヘクタール当りのマユ収穫量は平均で260kg前後であるが場所によっては410~420kgの農家もある。族（マブシ）は、ムカデヌブシが主であったが、回転マブシの普及が増え、現在では半々位である。

数年前まで8社あった製糸会社は現在6社になっている。有力製糸であったリバベンとリネンセが廃業した原因は他の進出各社と比較して機械設備や技術力（蚕種製造→製品）、特に生糸品質に大きな立

ち遅れが生じ、企業として存続できなくなったためである。

製糸各社別の1982～83年度、1983～84年のマユ取引量、生糸生産量と割合を表5、1984～1985年度の予想は、表6にあげておいた。

表5 82/83年及び83/84年各製糸業別マユ取引量、生糸生産量

(単位:トン,%)

年度 会社名	82/83				83/84			
	マユ取引量		生糸生産量		マユ取引量		生糸生産量	
	数量	比率	数量	比率	数量	比率	数量	比率
ブラタク	4,320	46.8	712	52.2	4,920	49.2	688	51.8
カネボウ	2,028	22.0	215	15.8	2,016	20.1	217	16.4
グンサン	1,000	10.8	119	8.7	1,140	11.4	119	8.9
コウベス	900	9.7	130	9.6	903	9.0	138	10.4
昭栄ブラタク	738	8.0	116	8.5	930	9.3	115	8.7
ミナシルク	100	1.1	40	2.9	100	1.0	36	2.7
リバベン	100	1.1	22	1.6	—	—	10	0.8
リネンセ	50	0.5	10	0.7	—	—	4	0.3
計	9,236	100	1,364	100	10,009	100	1,327	100

表6 84/85年の各製糸業別マユ取引量、生糸生産量予想

(単位:トン,%)

会社名	マユ取引量	比率	生糸生産量	比率
ブラタク(BRATAC)	4,968	47.0	760	53.6
カネボウ(KANEBO)	2,010	19.0	217	15.3
グンサン(GUNSAN)	1,200	11.3	130	9.2
コウベス(KOBES)	1,000	9.5	145	10.2
昭栄ブラタク(SHOEI BRATAC)	1,100	10.0	128	9.0
ミナシルク(MINA SILK)	300	3.2	38	2.7
計	10,578	100	1,418	100

ブラジルで生産される生糸の約70%は輸出されているが、主な輸出先は、シンガポール、台湾、日本、スイス、アメリカ、タイで、他にインド、イギリス、西ドイツ、フランス、アルゼンチン、中近東諸国に向け、少量ではあるが輸出している。日本は国内の生産者を保護するため、生糸の輸入規制をしているのでブラジルから日本へ輸出される量は少く全輸出量の20%程度である。日本国内に在庫があり、又生産調整をしている事からみて、ここ数年間輸出の増加は望めない。日本にかわって台湾への輸出が増大している。これは世界最大の生糸国である中国が、ヨーロッパへ生糸を輸出しても国交の関係から台湾へは輸出していないからである。

輸出生糸の価格は25～26ドル(FOB)程度である。ブラジル銀行の調査によれば、1984年1月～7月までのブラジルの生糸輸出量は731トン(12,180俵)。輸出金額は1804万ドルであったが、これは前年同時期の590トン(9,833俵)、1527万ドルに比べても増加している。

国内の生糸消費量は30%程度であるが、これもサンパウロ州、リオ州の国内機屋により製品とされ、ヨーロッパ、アメリカに輸出されるので純国内消費量は10%位とみられる。

IV 飼育管理

1. 品種、蚕種（卵）

地理的品種（原産地による）として、日本種、中国種、ヨーロッパ種、熱帯種、及び朝鮮種などがあるが、ブラジルで飼育されているのは日本種と中国種の四元交雑種である。

これは、中国種同士、日本種同士をかけ合せてそれぞれ原種を育成し、中国種と日本種の一代雑種を育成して養蚕家に配給している。原々種、原種はマユもひん弱で、卵も少く、飼育もむずかしい。原々種は各社共に直営、原種は直営あるいは養蚕家と契約しての委託採種である。

3月～6月、9月～11月の比較的温暖な時に飼育される養蚕については飼育技術が確立しており、蚕の強さ、収穫量、糸歩合（マユの総重量と、とれる生糸の重量百分率—ブラジルの場合16～18%）等に於て、日本、中国に劣らない。問題は12月、1月、2月の最も暑い時期に飼育する品種で、この3ヶ月の糸歩合は15～16%に落ちている。暑さに強い品種の研究と飼育技術の確立が急がれる。

配蚕は卵での配給だけでなく、各社共に推蚕飼育の設備をもっているため、二令までの共同飼育が行われ、三令での配給も多い。

2. 蚕室

蚕には常に新鮮な桑葉を給桑する必要があるため蚕室は桑葉の運搬に便利な桑園の近くに建てる事。蚕室の構造上、風通しの良い乾燥地をえらぶ事も大切である。蚕室の屋根はサッペーでふくのが最も良いが、近頃ではサッペーの入手がむづかしい為、カワラ屋根、又はアルミ屋根が多くなっている。壁は板、スノコ等で作るが必ず換気を計る為に窓をつくる。蚕室の広さは掃立蚕種の量によって決定する。目安としては1グラムの蚕種を飼育するのに、約2㎡の蚕座、蚕座と壁との間、蚕座と蚕座の間、収かくした桑の置き場所等を考慮して決定するが、普通は幅7～8メートル、長さ40～60メートル位が管理しやすく、この程度との蚕室が二棟以上あれば交互に年間7～8回の飼育が可能である。蚕室の床面は飼育によって汚れがちであるから、蚕病予防上コンクリートとし水洗出来るようにする事が望ましい。

① 蚕座

通常幅約1.5メートルの台を材木で組み、上に金網をはるか、針金を編んだものを使用する。一段の場合は直接床面に蚕座を設け、二段育の場合はその上方に平面的な柵又は枠付の柵を組むようにする。

② 清掃と消毒

第一に、清掃と水洗に留意する必要がある。晴天の日を選び、蚕具（蚕の飼育に必要な器具）類を全部屋外に運び出して、洗浄できるものはよく洗って乾かす。空になった蚕室は壁、天井をほうきで払い、ほこりをはき集め焼却するか、土中深く埋める。蚕室の周囲も掃除をし、コンクリート床など

は水でよく洗い流す。

第二に消毒である。蚕病の病原であるビールス、細菌、糸状菌などの消毒は、清掃や水洗が行き届いていれば2%ホルマリンの散布で充分効果がある。しかし一般の蚕室には、薬剤に抵抗性をもつこうじかび病菌が存在したり、床や壁板のすき間など、清掃が不十分になりがちな場所があるので、2%ホルマリンに大動物のビールス消毒に有効な界面活性剤などを加えて散布すると効果がより上る。

蚕室の消毒に必要な薬剤散布量は床面積1㎡当り1ℓ必要である。この量は相当多量であって、散布すると薬液がしたたり流れる状態になる。又、蚕室の周囲や蚕室の床面はカセイソーダ3%溶液を散布するのが効果的である。

蚕の飼育に必要な用具、特に蚕や飼料が直接接触する蚕具（桑葉を運び給桑するカゴ等）は特に徹底的な消毒を必要とする。この場合は薬剤散布消毒よりも、水洗後直接消毒液につけてしまう方がよい。

最近では、製薬会社が養蚕家を巡回し、飼育指導だけでなく、蚕体の消毒も行ってくれるようになった。各社共に消毒薬の実費だけを養蚕家に負担してもらい、消毒は無料で行っている。

③ 飼育温度

蚕の体温は周囲の温度によって変る。気流のない場合は気温より体温の方が1度C内外高く、気流のある場合は低い。実用的な飼育温度は20~30度Cである。この範囲では、温度が高くなる程発育日数が短くなる。令別の発育最適飼育温度は、蚕の品種や給与する桑の飼料価値によって多少は異なるが、一令は27~29度Cとし、令が進むにつれて1度C位づつ下げて行き、5令は22~24度Cとする。

温度の高低が蚕の成育に最も影きょうするのは一令の時で、五令になると影きょうは少なくなる。2~4令はその中間である。

④ 飼育湿度

湿度が蚕に及ぼす影響は間接的な面と直接的な面がある。間接的な影響としては給与した桑のしおれと病原菌の繁殖がある。飼育湿度が低いと蚕座に病原微生物の繁殖が少く衛生状態は良好になるが、給与した桑のしおれが早く、食桑不足になりやすい。湿度が高い場合には、桑葉のしおれが遅く蚕は充分食桑するが、病原菌の繁殖が多く、蚕病発生の原因をつくる。

直接的な影響では、例えば湿度60%で飼育するのに比べ、90%で飼育した場合は約2日間成育日数が短くなり温度が蚕に及ぼす関係によくにている。いづれにしても90%以上、50%以下の湿度は蚕の成育に不適當である。

⑤ 空気の汚れ

蚕と給与する桑の呼吸によって排出される二酸化炭素、蚕の糞尿から発生するアンモニアガスは蚕に有害である。現在普及している飼育法では、これらの有毒ガスが蚕の致死量に達する程発生する事はまずないが、蚕が病原に軽く感染している場合などには有害ガスが少量であっても発病したり、又病気の蔓延を助長することになるので注意する必要がある。

⑥ 光

蚕を上手に飼育する要点は休眠、起眠を揃えることにある。これは各令の就眠を一斉にし、桑付けは全部起きそろうてから行うようにすることである。その為には飼育温度や栄養条件のほかに飼育時の光に注意する。一日のうち、16時間明るくし、後は暗くすると蚕の生育は順調でしかもよく揃う。

3. 蚕種の受取りと掃立（ハキタテ）

蚕種の配給は各社共一箱（10g）単位である。価格は全製糸会社、養蚕家代表、（FAESP）サンパウロ（農業連盟）の三者が話し合って3ヶ月毎に協定値をだしている。基準になるのは生糸価格、蚕の生産費等である。掃立に当っては、前日までに蚕室、蚕具の洗浄、消毒をすませ、掃立てに必要な蚕具類をとりそろえておく。蚕種箱は木の薄板又は合成樹脂と綿布でつくられている。大体午前10時頃、掃立てを始めるが、当日の孵化がわるく、予定の掃立量が得られない時にはそのまま一日おき、翌日の8～10時頃に掃立する。その間、蚕種箱は風通しの良い、乾燥した場所（温度20度C以下、湿度75%位）においておく。これは卵は呼吸して空気が必要とするし、すでに孵化した毛蚕（ケゴ）が疲労しないようにする為である。

掃立の手順は、蚕種箱をあけ、毛蚕の上に桑の枝の先端から摘みとったやわらかい葉を0.5～1センチにきざんでのせる。葉をのせてやると生まれたばかりの蚕はすぐに葉に移る。蚕が葉に移ったら、蚕室へもってゆき新聞紙をしいた蚕座の片すみにおく。最初の毛蚕が生れてもその数は少ないので蚕種箱を開けてはならない。

翌日になると配布された蚕種は孵化して最初の毛蚕が生れてるのが確かめられるので、綿布の一部をはがし、毛蚕の上にやわらかい桑の葉をのせる。次の日になると2回目の毛蚕が生まれ、つづいて3回目が生まれるので、最初に生まれた毛蚕と同様の方法で箱からとりだす。

よい蚕種はだいたい3回目までにほとんど孵化する。種類によっては2回で孵化してしまうものもある。4回目以降に孵化した毛蚕は弱いので利用しない。従って3回にわたって孵化した毛蚕だけを利用する。蚕座は3区に分ける。孵化日の異なる毛蚕を一緒にすると不揃となり飼育が難しくなる。毛蚕の大きさを一様にする為、あとから生れた毛蚕には桑の葉をよけいに与えるようにする。

日本では、人工飼料の研究が盛んで、最近では孵化後約10日間は人工飼料で育成することが多くなっているが、桑が良く成育するブラジルでは人工飼料の必要はない。

4. 給桑と管理

掃立以降は、蚕の発育に応じて、温湿度の調節、給桑、椀座、蚕体蚕座消毒などの作業を行う。桑の収穫は天候に注意し、雨天を避けて行うべきであるが、長雨でやむなくぬれ桑を取込む場合もある。ぬれ葉は、連続的に給与しないかぎり、蚕の生理を害することはない。しかし蚕体、蚕座の消毒後にぬれ桑を給与すると薬害を起すことがある。特に1令期は抵抗力が弱いから、注意が必要である。

給桑むらについては、あまり気にしなくてもよい。多少気になる程度の給桑むらは、飼育成績に影響しない。それより作業能率をあげることや、温湿度の調整等に気を配って、給与桑を十分に喰込ませる事が肝要である。

給桑は約2時間ごとにおこなうが、気温が下るとあまり食べなくなるので給桑時間をもっとのばす

か、桑の量をへらす。桑葉を多く喰込ませるには、給桑の回数をふやすのがよい。

2令までは新鮮でやわらかい桑葉をきざんで稚蚕の上にむらなく給桑する。

稚蚕には消化の時間を与え、しおれや残桑が多くなならないよう食桑状態に応じ給桑する。

3令期に入ったら葉は荒くきざんで与える。4令期からはきざまずに与えてもよい。

4令期からは給桑回数を1日7回から8回にする。特に夜も給桑する必要がある。

蚕が成育するにつれて拡張するとともに桑葉の量をふやす、そのスペースは蚕種1グラム当り、次の割合で増やしてゆく。

初生から1令まで 0.20㎡

1令から2令まで 0.40㎡

2令から3令まで 0.60㎡

3令から4令まで 1.20㎡

4令から5令まで 2.00㎡

① 休眠と脱皮

蚕は、1令から5令まで、食桑と休眠を繰返して生長をする。

給桑量は蚕室の温度、湿度、桑の種類などによって、異なるが、大体次の通りである。

1令 初日から4日～5日、給桑量は蚕種一箱(10g)当り、1.2kg。

2令 4～5日から7～8日、給桑量は3.8kg。

3令 7～8日から13日～14日、給桑量は13.5kg。

3令までの休眠、脱皮は24時間位。

4令 13～14日から18～19日。

5令 18～19日から26～27日。

4令 5令の休眠、脱皮は48時間位。

給桑量は、蚕が食べるだけ与えるが、蚕沙(蚕の糞尿、桑葉、桑枝等の残り)を除いて新しい桑を与える為、桑のむだも出るが、だいたい1匹の蚕が繭(マユ)をつくるまで、約20グラムの桑を食べるとみてよい。

休眠に入って桑葉を食べず、首をもたげたままじっとして動かない蚕がでてきたら、給桑葉を少しずつ減らしてゆき、全部の蚕が休眠に入ったら給桑を完全に止める。

蚕が休眠に入ったら蚕病の予防と蚕座の乾燥を計るため、石灰とフォルモールか、石灰とリゾフォルムをまぜたものを散布する。休眠が終って脱皮すると蚕はまた動きはじめ、餌を求めるようになる。

しかし、全部又は大部分の蚕が休眠からさめ、脱皮するのをまって新しい桑葉を与えなければならぬ。いずれの場合も休眠後の蚕はあまり食べないが、別に害はない。この時期に餌を与えすぎると蚕の大きさがまちまちに成って結果的にはおもわしくない。

② 蚕座の取りかえ

蚕沙は蚕の糞、尿、桑葉、桑枝などであるが、蚕の成育期間中に古くなって発酵し、病原となる微

生物の発生をまねかないよう注意しなければならない。

蚕座をとりかえる場合には、古い蚕座の上に新しい桑葉をのせ、蚕が移ったらそれをわきに寄せ、つぎに古い蚕座とその下にしいてある古新聞紙を取り除き、スノコを掃除して蚕を移した葉を元の場所にもどす。

これが済んだら蚕の上にさらに新鮮な桑の葉をのせる。この蚕座取かえの機会に蚕座のスペースを拡げてやる。4令、5令期には蚕は食欲旺盛になるので、蚕座はひんぱんに取りかえないといけない。

5令期には蚕座は、蚕種1g当り2㎡の広さを必要とする。蚕座取りかえの際古い葉の中にまぎれ込んだ発育のおくれた蚕を見ることがあるが、弱いか病気をもっているので取除く。

飼育期間中は、ほこりが立つので蚕室は掃いてはならない。

③ 上簇

上簇とは、蚕にマユを作らせる為に簇（マブシ）に上げる事を言う。

熟蚕（五令期の終りで、マユを作る前の蚕）になると蚕座をはいまわったり垂直方向にはい上る（これを背地性と呼ぶ）ようになる。その進む方向は条桑の配列方向に支配されるが脚でつかむものがないと不安定でしきりに動きまわる。この背地性には光が影きょうして、うす明るい所を好む。温度が低いと動かないが、30度C以上の温度でも行動はにぶくなる。熟蚕は行動がにぶくなるだけでなく、餌を食べなくなり、体の色はかわって半透明になる。このような状態になったら上簇の時期であるから、用意をしてやらなければならない。

上簇法は、条払い法、自然上簇法、一頭拾い法などがある。

イ. 一頭拾い法

熟蚕を手で一頭ずつ拾い集める方法であるが、この方法だと非常に手間がかかり一般には行われない。形とか大きさを計ったり、一部の原々種の上簇のみである。

ロ. 条払い法

上簇の適期に大部分の蚕を払い落して集め、マブシに収容する方法である。なかば強制的に蚕を収集するので手間はあまりかゝらないが、蚕をいためることがある。

ハ. 自然上簇法

蚕座の上に直接マブシをのせて、蚕をはい上らせる方法で、蚕の背地性を利用した合理的な方法である。現在では殆んどがこの方法を用いている。

この方法で上簇するには、

- (イ) 蚕の発育経過をよくそろえておく。
- (ロ) 蚕座の幅を自然上簇器の長さや幅にそろえておく。
- (ハ) 蚕座表面を平らにすること。
- (ニ) 適温は25度C前後、強い風や光が入るのをさける。

以上4つに留意すること。

この方法だと、蚕が時期に達したら蚕座をとりかえて新しい蚕座の上にマブシをのせる。マブシ

は枯枝をたばねたもの、サッパーをたばねたもの、プラスチック製のもの、回転マブシ（ダンボールに穴をあけてつくったもの）が使用される。

マブシを張るとまもなく、熟蚕がマユをつくるためにこれにのぼり始める。この期間は36時間から72時間で、この期間中は蚕室を閉めきって暗くしておく。まだ時期に達していない蚕には拾桑を続ける。

V 収繭と販売

1. 収 繭

蚕がマブシに落着いてから約一週間で、マユが出来上がる。勿論これも気温によって1、2日のずれがあるから、7日目にマユを数個切ってみて蚕が蛹（サナギ）に成ったかどうか調べてみるとよい。サナギの色が茶色になって皮ふが充分固くなったのを確かめて収繭する。

皮ふがやわらかいうちに収繭すると、サナギが傷ついて体液が出て内部のよごれたマユになりやすい。又、収繭がおそすぎると蚕のウジバエの幼虫がマユから出て穴あきマユとなる。

収繭はまず死んだ蚕やうす皮マユを取り除いてから行う。この死蚕やうす皮マユは焼き捨てる。

収繭作業は、つり下げてあるマブシを下し解体し、マブシ一枚ごとにうす皮マユなどをとりのぞいた後、脱繭、毛羽取りを行い、充分選繭してからふくる詰めして出荷する。

異状マユは製糸原料として不適當なので、上繭と区別して取り扱わねばならない。異常マユは次の様なものである。

① 玉マユ（タママユ）

同功繭とも呼び、二頭か、まれに三頭の蚕が一つのマユを作ったもので、繭層があつく、良い糸がとれない。原因は遺伝的なものであるが、上簇中の高温、多湿度も影きょうする。

② 穴あきマユ

蚕の品種によってでも発生するが、カイコのウジバエが寄生して穴をあけたもの。

内部汚染繭、外部汚染繭。

マユの中で幼虫やサナギが死んで、その死体がくさった場合や、傷ついて、体液が流れ出た時に出来るのが、内部汚染繭で、作柄が不良の時やマユの収かくが早すぎる場合に多い。

マユの中で、幼虫のまゝか、サナギになって死んでいるものを死ごもり繭と呼び、その大部分も内部汚染繭である。

外部汚染繭はマユの外部が汚れているもので、マユを作っている時、他のまだマユを作っていない蚕の尿や、死体のくさった液がマユの外部についたものである。

③ 破風抜け繭

マユの一端又は両端が非常にうすいものを言う。原因は品種による場合が多い。又蚕の飼育管理中の低温多湿も影きょうする。

④ 胴切れ繭

マユの中央のくびれ目がうすいもので遺伝的なものだが、営蚕中の高温多湿も影きょうする。

⑤ 炭着繭

板付繭とも呼び、マユにマブシなどの1部が堅くついたもので、このマユから糸をとると、糸が切れたり、節が多くなりやすい。

⑥ 奇形繭

マユがその品種固有の形でないもので、とがったもの、いびつなものなど種々な形のものがある。品種によってでやすいものがあり、又作柄の悪いときに出やすい。

⑦ 浮しわ繭、薄皮繭、二重（層繭）

浮しわ繭はぼか繭とも言い、マユの形が大きくふくらんでぼかぼかしたマユ。

薄皮繭はマユの層が非常にうすいもの。

二重（層繭）は外見では見分けにくい、マユの層が二重になったものである。これらは品種による場合もあるが、蚕が営蚕中の温湿度が急に大きく変化したり、強い風や直射日光が一時的に当たった場合などにおこりやすい。

上簇後の蚕座には桑の食べ残りや桑の枝、蚕の糞尿等が残り、これを片付けねばならない。これらは蚕種一箱当り 500kgも出て、桑園の有機質源として重要であるから、直接又はカッターで切断して桑園へ敷き込む。

2. 繭の販売

マユの販売は、蚕種と同様に3ヶ月毎に全製糸会社、養蚕家代表、FAESP (Federação Agricultura do Estado de São Paulo) (聖州農業連盟)で協議して値段をきめている。

食卵や食鶏と違って、直接、消費者への販売は不可能なので三者の話合いは重要である。

生糸の相場、輸出状況、生産コスト等を考慮して値段をきめるわけである。勿論、マユの品質によって等級がある。

現在の検査法は、まず500gのマユから、格外を抜きとった後30個を任意に抽出し実際に糸をとり、糸の質及び糸歩により値段をきめている。一時期の例ではあるが、1984年10月の値段は、kg当り、糸歩15%のマユが 4,500クルゼイロス、糸歩16%のマユが 4,800クルゼイロスであった。ちなみに同時期の蚕種の配給価格は、一箱(10g)当り 6,610クルゼイロスであった。(同時期の1ドルは2,400クルゼイロス)。

VI. 蚕の病気

蚕の病気のうち、被害の大きなものに、糸状菌病（硬化病とこうじかび病）、ビールスによるもの、細菌によるものがある。

飼育時の蚕病予防対策は清けつとか飼育環境を清潔に消毒することが最も大切であるが、消毒は菌の種類によって、消毒の方法、時期を選ばないと効果は半減する。例えば、硬化病は野外の昆虫が自然感染し、その病原が桑の葉について蚕座に運ばれるし、こうじかび病は自然環境下で非常に広い範囲に分布しているので蚕座に侵入する機会が多い。したがって、掃立て前の蚕室や蚕座の消毒も大切であるが、掃立て後の蚕体、蚕座消毒も必要である。更に注意すべき事は、こうじかび菌は、消毒によく使用されているホルマリンに対して抵抗が出来易いので消毒薬の種類も変えなければならない。

1. 硬化病

硬化病には次の4種類がある。

白疆（きょう）びょう（カルシノーゼ・ブランカ *Calcinose Branca*）。

黄きょう病（カルシノーゼ・アマレーラ *Calcinose Amarela*）。

緑きょう病（カルシノーゼ・ベルデ *Calcinose Verde*）

黒きょう病（カルシノーゼ・プレッタ *Calcinose Preta*）

感染初期は健康な蚕とかわらないので気がつかないが、病気が進むと蚕の皮ふに茶色や黒の斑点が出来、桑葉を食べなくなり死亡する。死んだ蚕は硬化し、菌糸におゝわれる。（カビが全体にはえた状態）。この状態の時の色によって四つの種類にわけられているわけで、種類によって差はあるが、おゝむね感染後4～7日で死亡する。

以上4つの硬化病は治療不可能であるが、蚕座をしばしば取替える事。石灰とホルモールの混合剤を散布することで、防除する事が出来る。

2. こうじかび病（アスペルギルス *Aspergillus* SSP）

この病気は一令期における発生が最も多いが、その病徴は明らかでなく、食桑状態が不良になった翌日には多くの病死蚕をみる。一令中の病死蚕は、体の色がやや黄色になり、蚕座内では一夜のうちにこうじかび病菌におおわれ、それが黄緑色—茶色—金色とかわる。次いで一眠中の蚕、二令中の蚕に多く発生するが、これらは脱皮不完全のまま、又は休眠のまま病死して黒く変色する。

一、二令期でのこの病気は急性で、感染後3日位で死亡するが、三令以後は幼虫の抵抗力が増すため、この病気の発生は非常に少ない。

3. 伝染性軟化病（フラシーデス、*Flacidez*）

この病気はビールス性軟化病ともいわれ、ときに集団的に発生し、蚕にしばしば大きな被害をあたえる重要なビールス病である。

症状は、徐々に食欲を失い、食桑しないまゝに体が縮んだり、消化管の内容物が失われて、胸部が外部からすけて見えたりする。

又液を口からはいたり、下痢をしたりした後死亡する。

この病気に感染した蚕はビールスを糞とともに排出するので、蚕座が汚染され、急速に病気が蔓延する。

いづれにしてもカビやビールスによる病気は、治療方法がないので、発生したらなるべく早く病蚕をとりぞき、蚕座を清けつに保つ様、心がけることが肝要である。

4. 核多角体病（ポリエドローゼ、Poliedrose）

本病は膿病とも言われ、世界の養蚕国で古くから知られているビールス病で、普通「ウミコ」と呼ばれる。

この病気に感染した蚕は、まず体色が多少汚れたように変色し、環節がはれて体が黄色になる。病蚕は蚕座を落ち着きなくはいまわり、あるものは蚕座から床に落ちる。皮ふは破れ易くそこから乳白色の血液を流して、死亡する。死体はすぐに黒くなり、腐敗して溶けてしまう。

カイコを観察していて、シワがよって、環節の太くなった蚕を見つけたら、とり除く。

5. 卒倒病（トキシコーゼ、Toxicose）

卒倒病菌が作り出す毒素を蚕が食べたときにおこる。蚕が多量の毒素を、短時間に食べた場合は、約一時間で、桑を食べなくなり、動かなくなって死亡する。毒素の量が少ないと、死亡するまで長時間かゝる。

この菌は、自然界に広く分布し、水分と一定温度があればどんどん繁殖するので、蚕の飼育現場では、その繁殖をおさえ、菌を増やさないこと。

6. 細菌性消化器病（ドエンサス・ガストロインテスティナリス、Doenças gastrointestinais）

病理的にはまだ充分解明されない病気である。五令期に、はげしい下痢がみられ、体が縮り、食桑が止まり、2～3日後に、脱水状態で死亡する。

いづれにしても、前記の細菌による病気が発生したときは、ぬれ桑の給与をさけ、蚕座の乾燥を図ること、蚕体消毒剤を散布すれば効果的である。

7. 微孢子虫病、又は微粒子病（ペブリーナ、Pebrina）

蚕を侵す原虫には、アメーバ、トリパノゾーマ、コクシジウムなどがあるが、最も重要なものは、このペブリーナである。

発育がおくれたり、食欲がへったり、動きがにぶくなったり症状で、休眠直前か、起眠直後に死亡することが多い。病気のひろがりには感染した蚕が排泄した糞に含まれた卵を健康な蚕が食べることから始る。二、三令で感染した蚕は四令から発育がおくれはじめ、上簇出来ず死亡する。これらの蚕は、四令、五令で感染源となり、他にうつす。この際に感染した蚕は、マユを作り、サナギになり蛾（が）になって卵を生んだ際、卵に病原をうつす。いわゆる卵から伝染する（経卵伝達と呼ぶ）唯一の病気である。

原虫病の防除は感染しためすのガを検査すること（母蛾検査と呼ぶ）と、卵そのものについて検査すること（補正検査と呼ぶ）である。これらをまとめて、蚕種検査と言うが、製糸各社は、特に原々

蚕種、原蚕種の検査を厳重に行っている。

VII 桑の栽培

蚕の飼料は桑だけである。

日本では、一部人工飼料（桑葉の乾燥粉末を主体に、ミーリヨ粉、大豆粉、その他で作ったものと、桑葉を一際含まず、バタコ粉、大豆粉、その他で作ったものがある。）を使用しているが、蚕の飼育期間中は桑の葉の収穫可能なブラジルでは必要ないし、又人工飼料はコストの点でも高くなる。

蚕は桑葉のみから必要な全ての栄養分を摂取しているので、桑の質の良し悪しは、蚕の生長、営繭、生糸の質に、影きょうするので、桑は優良品種を植え、単位面積当りの桑葉の生産量を出来るかぎり多くする。

又、桑園が蚕室から遠いと、桑の運搬に多くの労働力を要し、コスト高となるので留意すること。

地形は平坦か、多少の起伏のあるところで風通しがよく、日当りのよい土地をえらぶ。

1. 桑の品種

桑はクワ科、クワ属にぞくする喬木性の落葉樹（冬には、葉が落ちて、枝だけとなる。）である。クワ属は29種に分類されているが、ブラジルで植えられているものは、フォルモーザ（台湾系）、カラプレーザ（イタリア系）、ミウラ（日本系）の三種である。この内、ミウラ系は、ブラタコ製糸の原蚕飼育委託農家の三浦氏が自宅の桑園から、葉肉の厚い新品種を選抜して「三浦桑」と命名したもので、近年、このミウラ種の普及がめざましい。

その他、フェルナン・ジアス、日本種の改良ネズミガエシなどがある。

2. 栽植形式

現在養蚕農家に普及している桑の栽植方式には、普通栽植と、寄畦栽植の二形式がある。

このうち普通栽植は、最も一般に普及している形式で、畦間を等間隔に設け、株間を畦間の二分の一位にする栽植法である。この方法は専用桑園を目的として造成する場合で、畦間を 2.5～3メートル、株間を 1～1.5メートル位にする。

又、寄畦桑園は、他の作物を間作又は混作することを目的とする場合が多い。この形式は、畜産、野菜などと複合経営を行っている農家に普及している。

3. 仕立と株管理

桑をどのように仕立るかは栽植方法、密度、管理方法、収穫方法などと深い関係がある。収穫を容易にし、ほぼ均一な桑葉を得るため、株を一定の形に整え、多くの枝条を発生させる手順が必要となる。

この手段を一般に、仕立と呼び、仕立の完成した樹幹部を株と言う。

仕立の良否は、長期にわたって桑園の生産性に大きく影きょうするので、植付け後の仕立は丁寧に行う必要がある。

仕立の種類は、主幹の高さにより 4 つに分類される。

根刈、主幹の高さ30cm以下。

高根刈、主幹の高さ31～50cm。

中刈、主幹の高さ51～100cm。

高刈、主幹の高さ101cm以上。

それぞれに特徴があるが、現在ブラジルでは殆ど根刈方法が採用されている。根刈にしているのは、害虫（特にカイガラ虫）の寄生を予防するためである。この方法で一本の主幹より3～4本の枝条を育てる。枝条は7ヶ月で約2メートルに達する。

4. 繁殖

桑の繁殖法には種子による実生、挿木、接木の三つの方法がある。

但し、種子から育てた桑の木は個体により性質が異なり葉の生産量が少い。又接木（ツギ木）は手間がかかる為、殆どが挿木法を採用している。挿木は苗木の育成期間も短く労働力も少なくて済む。挿穂は新芽がでる前に切り取る。ただ通常7月頃挿木すると良い結果が得られる。ただし降雨後挿木を行う。土地が乾燥している場合は灌水しなければならない。

挿穂の長さは25～30cmが適当で、芽は少なくとも四個付いていなければならない。

挿穂を直接畑に挿すと、発根や萌芽に日数を要し、しかも不揃となり欠株も出やすい。苗圃に挿穂を挿してから90日したら、良い挿木苗を選んで畑に定植する方がよい。

5. 施肥

蚕の飼育中、常時桑葉を収穫しているので、地中養分の消耗は激しい。従って、不足している有機質や化学肥料を補給してやる必要がある。

有機質肥料としては、堆肥が最も良いが、他に鶏糞、豚糞、蚕沙、砂糖キビのしぼりカス等が利用されている。施用量は土壌により異なるが、鶏糞を施用する場合は一株当たり1～2kgとする。

化学肥料は、まず石灰を一株当たり150g散布し、10～15日後にチッソを硝石の形で一株当たり100g、塩化カリを30g、骨粉を20g施用する、三要素を含んだ配合肥料でもよい。いずれにしても施肥する前に土壌分析を行い、技師に肥料設計をたててもらってから肥料の種類、量を決定する方がよい。

6. 桑の収穫、運搬、貯桑

桑の収穫は、同一株から1年に2～3桑葉を採取する点に特徴があり、長年月にわたり、樹勢を保ちながら多くの収量が確保出来、しかも収穫の能率が高い方法である事が必要である。

一、二令期の稚蚕には葉を与える必要があるので、桑の葉を1枚1枚摘む方が良いが、三令期以上になると硬い葉を刻まずに与える必要があるので、条桑収穫がよい。この場合は、条桑を基部又は中間部から伐る。勿論カマ又は剪（セン）定バサミで切るが、最近ではモトールのついた小型条桑刈取機が出現している。採桑は養蚕作業の25～30%を占め、又重労働であるため、この刈取機は徐々に普及すると思われる。

桑園から蚕室までの桑の運搬は例えトラクトールを使用したとしても、桑の積み込み、積み下しに多くの労力を要し、又、雨天も予想せねばならず、場合によっては一時に多くの桑を収穫して貯ぞう

する必要も生じているので、桑園と蚕室の距離は出来るだけ短い方がよい。

冷く多湿な場所で貯桑する、又むれ、発熱等をさける為、散水や、水で湿した布をかぶせることも必要である。

7 病虫害

桑病には、細菌、ビールス、その他によっておこる約50種類の伝染性病害が知られているが、ブラジルでの代表的なものについて説明する。

イ、よごれ葉病（マンシャ・フェルジノーザ、Manchaferruginosas）

細菌によっておこる病気で、初めは葉に黒い斑点が現れ、次第に大きくなり、ひどい場合は黒色斑でおおわれる。雨の多い年に多発する傾向がある。

この病気の予防には、病気につよい品種を植える事と、桑の消毒である。

ロ、白紋羽病（ポドリドン・ダ・ライース、Podridão de Raiz）

細菌による根の病害で、病株は次第に衰弱し、発芽力も弱く、芽の伸びはおそく、高温の夏に急にしておれ、枯死する。苗が病気におかされているうたがいのあるときは、植え付け前に消毒する。

ハ、クワシロカイガラムシ（コショニーリア、Cochonilhas）

ブラジルで最も問題になるのはコショニーリアである。

雌成虫は体長約 1.3mmの大きさで、灰褐色のカイガラ（介殻）でおおわれ、樹皮に寄生している。

雄成虫は 0.7mmの大きさで赤橙色で、一対の羽と三対の長い脚をもっている。

卵は直径0.25mmの楕円形で、橙色の卵からは雌、白色の卵からは雄が産れる。

介殻内に産れた 100～ 150粒の卵は約10日間で孵化し、幼虫は付近をはいまわって樹液を吸収して生長する。

加害された桑樹は樹液を吸収される為、樹勢が弱まり、寄生の多い場合は枯死することもある。害は、高く仕立てられた株ほど寄生を受けやすいため、株下げによって被害をへらすことが出来る。

農薬により防除する場合は、せん定後各種の殺虫剤を散布する。

VIII 養蚕経営の要点

桑葉は冬期に落葉するため、冬期には蚕の飼育は行わない。

人工飼料を 100%使用すれば冬期の飼育も不可能ではないが、飼料代、蚕室の保温には多くの経費を要し採算ベースに乗らない。ブラジルの場合は、7月、8月の蚕を飼育しない期間の仕事も重要となってくる。専業ならば、この時期に育苗に力を入れるか、又他の作物をつくるなら何をえらぶか、等予め計画をたてておく。蚕室を利用しての食鶏飼育もこの期間に1回は可能だし、土地があれば、短期間で収穫ができる冬野菜も考えられる。

第二に掃立の回数であるが、労働力、桑園の広さ、蚕室の広さ等を考慮して、何グラムの蚕種を何回掃立てるか決める。だいたい一人で飼育できる量は、桑の管理も含めて3～4箱である。

第三に製糸会社のサービスを充分利用することである。前にも書いたように、蚕の飼育に関しては、他の作物と違って、蚕種の配給、マユの販売については全面的に製糸会社に寄らねばならず、一方、製糸会社は、巡回技術指導、蚕室、蚕具の消毒を実施してくれるし、又養蚕経営の相談にもものってくれる。

IX ブラジル養蚕業の将来

ブラジルに於ける養蚕業の将来を見通すには、世界の生糸、絹の需要、輸入国の状況、養蚕と他の農産物との生産性の比較（資本、土地の広さ等）などの要素を考慮する必要がある。

絹は、本来優雅な光沢と豊富な染色性、保温性など衣料繊維としてすぐれた特性をそなえており、総合的にみた優秀性は繊維の中で第一位である。

一方合成繊維はナイロンの出現後、次々に新しい製品を生み、近年では、絹と同じような合成繊維まで出現している。

但し、絹だけにしかない風合（フウアイ）、すなわち味わいとか、手ざわり、やわらかさ、つや、絹鳴り（軽く握ったときに発する音）などは合成繊維では生みだせないのではないか、そうだとするとまだまだ需要の面では減少するとは考えられない。

一方、日本に於けるマユの生産量は、

1930年 40万トン（この年が最高）

1970年 15万トン

1983年 6万1千トン

と減少し、1984年の予想はさらに減って4万5千トン～5万トンである。

しかも、1930年には日本は47万2千俵の生糸を輸出していた。それが現在では逆に生糸の輸入国となった。輸入国になった最大の理由は、生産費の高騰による。

一方、中国の養蚕は第二次大戦後、急激に伸び、日本を抜き世界のマユ生産国になった。

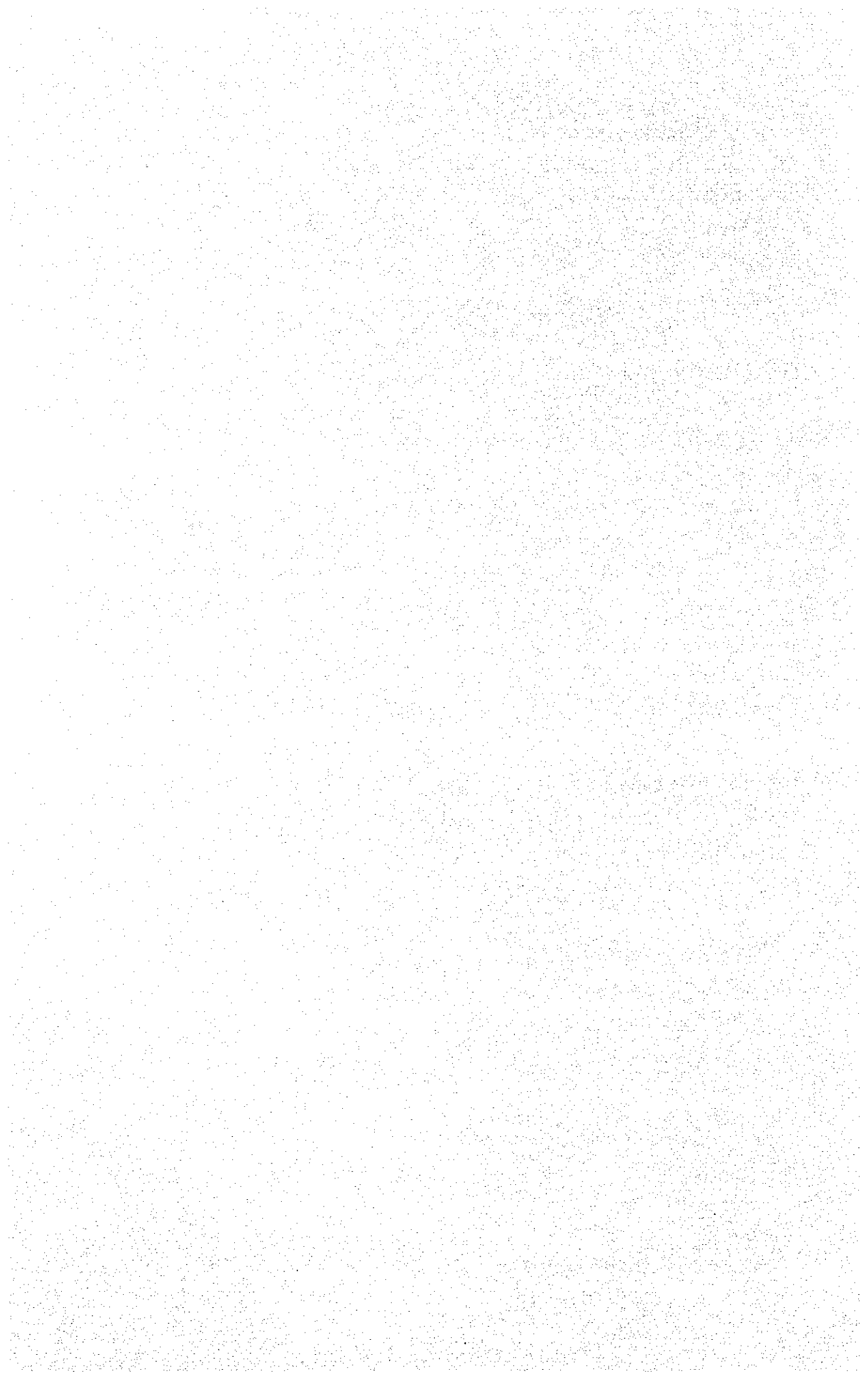
又台湾は、絹製品では世界最高の技術をほこり、絹製品を輸出しているにもかかわらず、生糸は中国から輸入出来ない為、ブラジルからの輸入に頼っている。

一方、ブラジルの養蚕は、気候の関係から、年8～9の掃立が可能である。（日本、中国より多い）。

又、コーヒー、大豆、小麦などは大農に適しているのに対し、養蚕は小農に適しており、又小資本で導入が可能で、比較的インフレ目減りの少ない収益性と短期現金化のメリットがある。

以上の事から総合的に判断すると、将来性はある。

第三章 淡水養殖



I. 養殖の基本知識

1. 養殖の定義

我々はひと口に『養殖』という言葉を使ってはいるが、例えば増殖との相違点も曖昧だったりして、はっきりとその言葉の意味を知る人は少ない。

『養殖』とは限定された一定の区域を専有し、その区域内で自己所有の水産生物の生活と環境を積極的に管理しながら、それらの繁殖と成長をはかる生産方式である。その生産物は種苗、食用、鑑賞用、あるいは遊魚（レジャーとしての釣り）の対象として、直接換金用の商品となり利益を生み出す。

対象となりうる水産生物の種類は、自然条件の制限要因、消費市場での価値、あるいは単価そのもの、種苗確保の難易度、既知、既存の生産技術やそれを支えるインフラストラクチャー、流通機構の発達度などから限定される。

養殖技術は基本的に繁殖（個体数の増加）を図る種苗生産技術と成長（個体重の増加）を図る飼養技術とから成り立っている。

養殖というものを把握しやすくするために他の畜産と比較してみるとよく理解できる。

表-1は、養殖と畜産の代表的なものを給餌管理と環境管理の集約程度で相似しているものを対比させてみた。

表-1 集約段階の相似している養殖と畜産の比較

集約段階	養 殖	相似している畜産
粗 放 型	溜池無給餌養殖	放牧式養肉牛
	止水池無給餌養殖	放飼い式養豚
半粗放型	施肥養殖	牧草地飼育養肉牛
半集約型	止水池部分給餌養殖	平飼い式産卵養鶏
	止水池完全給餌養殖	平飼い式ブロイラー養鶏
集 約 型	流水池養殖	ケージ式産卵養鶏
	網生養殖	バッテリー式ブロイラー養鶏

表-2 養殖と畜産の代表種における繁殖率と成長率

	繁殖率 一雌当り生涯産卵数	成長率		
		初生時固体重	出荷サイズ固体重	倍 率
肉 牛	3~12	45~75kg	450~650kg	6~14倍
ブ タ	30~90	1~1.5kg	90~120kg	60~120倍
ニワトリ (ブロイラー)	150~300	35~45g	1,500~2,500g	35~70倍
エジマス	5,000~20,000	0.1~0.2g	250g~480g	1,000~4,000倍
タイラピア	40,000~100,000	0.01g	1,000g	100,000倍
コ イ	500,000~2,000,000	0.005g	700g	140,000倍
淡水エビ	200,000~1,000,000	0.001g	25g~60g	40,000倍

表一2では養殖と畜産の代表種の、繁殖率と成長率を比較してみた。その違いの大きさに注目して頂きたい。

養殖の成立条件には俗に、1. 水、2. 種、3. 餌、4. 市場、5. 管理の五大要素があり、ひとによって、3と4をいれかえたり、4を一番最後にもってくる場合もある。5の管理は、さらに三大要素として「殺すな、逃がすな、盗られるな」と言われている。その詳細は次項で述べるとして、ここでは、それ以前に、畜産等と比べて、根本的に違っているという二点を挙げてみたい。

第一は、最大の制限要因である酸素の供給源である。畜産においては、よほど特殊な場合でない限り酸素の供給については無視できる。それは大気という言わば無限とっていい量で尚かつ不断の供給母体に頼るのに対し、養殖の場合、その供給母体が水であり絶対量そのものが有限かつ不連続であるだけでなく、単位水量当たりの酸素混入量そのものが極端に少ない。空気1ℓ中の酸素量は約200ccもあるが、水の場合、飽和度100%の場合でもせいぜい1ℓ中に10cc前後で、実に20分の1にすぎない。このことは酸素不足による事故的大量斃死を招くといった現象のみでなく恒常的に生産性そのものに大きく響いてくる最大の基本要因となるということである。第二はその経済学的性格についてである。今日、特に日本で行われている養殖は産業ステイタスという第三次産業的性格のものが多く、それが純然たる第一次産業である農業や畜産業、あるいは漁業と根本的に違う点であると考えられる。つまり三次産業が成立するには、一次、二次という土台が安定していて、有機的な連携が出来ていることが条件となるのに対して、二次産業は他産業への依存度が比較的小さいということと、さらにもうひとつ、三次産業はすなわち最終産業であるから消費市場と直結している必要性があり、その生産物が次限を下げた第二次産業の加工原料にはなりえないということである。いづれにしても三次産業が成立するには、インフラストラクチャーが高度に発展している必要があり、世界的に見ても養殖が事業として、盛んなる例は、先進国に多いということがそれを裏付けている。そのことを中南米に合わせて考えてみると、その産業としての価値が未だ小さいものであるという理由を納得してもらえないのではないだろうか。

2. 養殖の種類と方式

養殖はその対象となる水産生物の種類、生産の場となる水体の種類などによって、大きくその形態を変える。またその種々の形態がそれぞれ種別呼称されているし、また、いろいろな観点から、分類もされている。

① 完全養殖と不完全養殖

養殖の最も完成された技術の形態と考えられているものは、養成された種類から人工的に採卵・受精・ふ化によって生産された人工種苗を用い、その成長のための環境を対象生物の育成に適したように十分に管理し、人工的に配合された飼料を与え、出来るだけ高密度で、しかも可能なかぎり短期間に販売に適する製品まで飼育し、その中から一部を選抜して種親まで養成することである。つまり養殖生物のライフサイクルの全てを人工の管理下において行う形態であり、これを完全養殖

と呼んでいる。現在完全養殖が可能な養殖対象種にはコイ、ギンギョ、ニジマス、テイラピア、などがある。しかしコイやギンギョはその初期飼料を天然飼料に依存している。

不完全養殖と呼ばれているものにもその技術段階に種々のものがあり、種親を天然にたよっているもの、種苗の人工生産が未だに不可能であったり採算のとれる段階に達しなかったりして天然採捕しているものなどがある。ここで重要なのは技術の形態として完成されているかどうかということと、産業として養殖が完成されているかどうかということは意味合が違うといつことである。むしろ、今日生産業として隆盛をきわめている日本のハマチ、カキの養殖、ウナギの養殖などは種苗の供給を100%天然にたよっているし、クルマエビの養殖、アユの養殖の場合、人工採苗するための種親を天然採捕している。

また、例えばニジマスの場合のように採卵に適する飼育水温（摂氏15度以下）と成長に適したそれ（摂氏18度）とが大きく違っている場合、一個所で完全養殖を行うことにこだわっていると、かえって利益率が低下する場合もある。また特に未利用の天然種苗資源というものは産業的に大きな意味を持っている。天然のままでは、生存率がパーセントに表わしてコンマ以下のものを採捕して養殖に組み入れてやれば数十%まで上げてやれる場合、それによって、ひとつの新しい資源が確保できることは特に低開発域の地方振興に大きく貢献できる。また採捕による減耗は天然の死亡率と比べると無視出来る程小さい場合が多く、適当な管理下であれば資源枯渇の心配などはない。

② 栄養段階による分類

対象生物の成長に必要な全てのエネルギー源と栄養分を配合飼料などによって補給してやるやり方を完全給餌養殖と呼ぶ。またエネルギー源や栄養分の一部、あるいは大部分を補ってやる給餌養殖の形態もある。この場合、足りない部分は天然の食物連鎖にたよる給餌という直接法をとらず、施肥によって飼料生物をふやすことによって生産性を上げえる方式もあり、施肥養殖と呼ばれている。さらに純粋に天然の生産力だけに依存して生産する無給餌養殖もある。

またこれらの栄養段階はそれぞれ、他の要素も包含しながら順に、準集約養殖、半集約、半粗放、粗放養殖というふうに分けることも出来る。

この場合も忘れてならないのは技術の形態として一番完成されているのが集約養殖とは限らないということである。特に熱帯、亜熱帯域においては、太陽光線、高温度、多雨など有利な自然条件を生かして、いわゆる省エネ養殖としての粗放、半粗放養殖がこれからの技術として確立を待望されている。

③ 養殖の場による分類

普通の場合養殖は、それぞれの対象種に合わせて特別に造られた人造池で行われるが、魚種によっては、農業用に造られた溜池や水田等でも可能である。これらは池中養殖、溜池養殖、水田養殖と呼ばれている。

また大規模な人工湖や大きな天然の湖などで、網生簀を用いてやる養殖もあり、この場合は網生簀養殖と呼んでいる。ブラジル等では、電源開発のため多くのダムが建設されているので、その人

造湖での網生質養殖はこれからの可能性の大きなもののひとつである。

④ 給水状態による分類

流水養殖、半流水養殖、止水養殖とに分けられる。止水養殖とは一旦飼育池を満水したあとは注水せずに行う養殖を言うが、この場合も雨水の流入がある他、小川などをせき止めて造られた溜池などでは常時いくらかの流入水はあるものである。従って厳密に分類するならば、止水養殖とは、養殖に必要な酸素の補給を、飼育水中の植物プランクトンや水生植物の光合成と水面からの溶入のみに頼っているものということになる。流水養殖も同じく必要とする酸素の補給を常時流入する水の溶存酸素のみによるものといえる。半流水という中間的な形態は、酸素の補給を流入水中の溶存酸素と池中の光合成、水面からの溶入の両方にたよる考え方で、基本的に止水式の形態をとって、積極的に植物プランクトンを養成するものの、夜間植物プランクトンの呼吸作用によって酸素が消費される時だけ、飼育池の一部を流水式にして酸素補給を確保するという方式である。

さらに特殊な形態のものとして循環式養殖がある。これは飼育水の一部又は全部を濾過槽などを通して適当に処理しながら循環させる方式で、イメージとしては水族館で行なわれているものと重なるものである。この場合基本的には流水式で一部を循環式で補ってやる開放循環式と、外からの補給がなく、飼育水の全部を循環させる閉鎖循環式とがある。循環式は現在のところ問題点も多く、コストも相当割高になるため、消費地での蓄養など特殊な場合にしか用いられない。

⑤ 塩分濃度による分類

本稿では淡水養殖だけが問題となるが、養殖には、他にカキ、ホタテガイ、エビ、ハマチ等のように海面または汲み上げた海水で行なう海面養殖、浅海養殖というものがあり、また、ボラ、カムルピン（ハイレンの一種）ペレレイやエビの一部分のように海水、淡水の混ざり合う河口などの水を使う汽水養殖というものも重要である。特に南米では、エクアドル、大西洋岸北部でのエビ養殖、チリでのカキ、ホタテガイ、アルゼンチンでのペレレイ、ホタテガイ、アカエビなどが注目されつつある。ブラジルでも東北伯を中心に大規模なエビ養殖が始まりつつある。

表-3は種々の養殖方式をまとめて一覧出来るようにした分類表である。

表-3 養殖の分類、形態と方式

	塩分濃度	集約度	養殖の場	水 質	対象種別
養 殖	淡水養殖 (内水面養殖)	完全結網養殖 (集約養殖)	池中養殖	流水式	ニジマス、コイ
		部分結網養殖 (半集約養殖)		半流水式	チカラピア、ウナギ
		施設養殖 (半開放養殖) (ポリカルチャー)		止水式	淡水エビ、コイ キングギョ、チカラピア
	汽水養殖	無給餌養殖 (開放養殖)	網生質養殖	循環式	コイ、ウナギ、蕎麦
		海水養殖 (海面養殖) (投網養殖)		池中養殖	コイ、チカラピア、ボラ
				溜池養殖	チカラピア、コイ
			稲田養殖	コイ、キングギョ	

II 養殖の成立要因

前項で養殖の五原則を挙げておいたが、ここでは、その各原則毎に考察してみたい。

1. 水（自然条件）

前項でもふれた様に、養殖の場となる空間は常に水で充満されている。魚にとって水は、酸素の補給源であると同時に生活そのものの場であり、尚かつ食物も水中から水を通して摂る場合が多く、その排泄物は例外なく、その水中に放出される。また魚類の殆どが体外受精であるから、その受精にも水は重要な役割をはたしているし、極く特殊な例をのぞいて、魚にとって水の外に出ることは即ち死を意味する。

しかしここで単に水といているのは、自然条件全体についてであり、場合によっては地質、地理学的要素までもふくむ。

① 水温

中南米は赤道をはさんではぼ、熱帯、亜熱帯に属してはいるが、アンデス山脈の高山地帯、パタゴニアの冷寒帯をも含み、尚かつブラジル高原のように温帯域の特徴をもった地方もある。従って、まず、その水源となる水の温度を周年に亘り知ることが重要となる。例えば、年間日中の最高水温が摂氏20度を越す日が40日以上ある場合はニジマス等の冷水性魚類は飼育出来ないし逆に年間摂氏15度以下に下がる日が連続して4日もある地方では熱帯性魚類の飼育は見合わせた方が無難ということになる。また、そういう限界水温だけでなく、温水魚類（コイ、ブラックバス等）は、いわゆる冬（水温が摂氏10度以下に下がる日が少なくとも連続して四週間以上）がなければ自然産卵はしないか、してもふ化率が悪く、奇形発生率が高く、成熟期の特に雌の死亡率も高くなる。

表一4に適水温と飼育（養殖）可能な水温範囲を魚類別に挙げてみた。

表一4 養殖魚の種類と適水温範囲

*親魚が成熟するためには10℃以下の水温が少くとも二週間位必要

魚 種	成長適水温範囲	繁殖適水温範囲	飼育可能水温範囲
ニジマス	13～20℃	7～13℃	3～23℃
コイ	20～25℃	18～25℃	0～30℃
キンギョ	20～25℃	18～25℃	0～30℃
テイラピア	25～30℃	25～30℃	16～35℃
ウナギ	20～25℃	—	5～35℃
ボラ	25～30℃	—	15～35℃
オニテナガエビ	25～30℃	28～30℃	20～35℃
熱帯魚	25～30℃	25～30℃	20～35℃
食用ガエル	25～30℃	25～30℃	10～35℃

② 水源と水量

すでに述べたように呼吸に必要な酸素を水に溶けた状態のものでしか摂取できない（もっとも魚類全体では例外もあるが）ので、水量と水源の性格は重要である。網生養殖の場合を除くと水源となりうるものは川、小川、溪流といった表流水と、伏流水、泉、井戸といった地下水とがある。表流水は溶存酸素の面では申し分ないのであるが、特に洪水の心配と農薬などによる汚染の危険性がある。そのどちらもが、飼育魚の全滅につながり、洪水の場合はさらに施設そのものが二度と使えなくなるという事態をひきおこす。従って、適地を選ぶ時に此の点の考慮が重要となるし、取水方法なども慎重にならざるを得ない。その点、地下水を用いる場合はコントロールしやすい場合が多く、地表に近い伏流水以外は汚染の心配も少ない。反面十分な水量が期待しにくい、利用に動力が必要という問題がある他、地下水によっては溶存酸素が過飽和になっていたり、逆に極端に少なかったりするし、他のガス（とくに窒素ガス）の圧力が高すぎたり、鉄などの金属を多くふくむものがあつたりして予備的な水質検査が重要である。また低緯度地方で雨期乾期のはっきりしているところでは、表流水だけでなく地下水もその影響を受けて、とくに乾期の水不足に悩まされることがある。

流水池では水量そのものが一番大きな生産制限要因となる。例えば、ニジマスの場合で、一分間当たり水量のだいたい三倍が年間生産の一応の目安となる。その道十年二十年のベテランになれば、これを五倍までもっていけるが、その分リスクのふえることになる。コイ、テイラピアの場合も大差ないと思った方が無難であるが、特殊な場合には十倍まで生産量を挙げる事は不可能ではない。

止水池の場合は単位時間当たりの水量よりも水塊当たりの水量、あるいは他の面積の方が重要であるが、高水温期、魚の急速な成長や植物プランクトンの大量発生によって溶存酸素が不足したりすることは応々にしてあるので、その場合、素早く水換えをしたり、半流水池に移行させたり出来るにはやはり十分な水量が確保されているにこしたことはない。

ここで洪水の問題を繰り返すことになるが、水を確保することよりも、排水の便をはかる事、水はけのよい事の方が事業にとって重要である。排水の便が悪い事は取り揚げ、池換え、換水などの作業を極端にむつかしくしてしまうし、止水池の場合も一年に一度位は池底をすっかり乾かして、耕耘したりする必要がある。しかしなんといっても一番怖いのは洪水で、我々の生活にたとえば、魚病や天敵は泥棒で、洪水は火事というところである。

③ 水質

適温・適量の水があっても水質が悪くては養殖は出来ない。直接的に斃死させたり、成長を阻害したり、疾病の発生が多くなるといった有害物質だけでなく、生産性そのものには直接的に大きな影響はない場合でも例えば魚肉に臭いをつけたり、特殊な寄生虫が人間への感染の危険性を持つといった商品としての価値をなくさせる要因もある。

都市下水や工場廃液は少量でも後者の事態をひき起こし、農耕地から雨水によって流出浸出してくる農薬の害は前者の場合である。

特に河川水を用いる場合、上流の踏査を十分にして、農業の混入、家畜（特にブタ）の飼育場、都市排水、工場廃液の心配のないところを選ぶ必要がある。

また降雨によって砂泥、落葉などの浮遊物が多くなる水も養殖をむつかしくする。上流に他の養殖場が存在していると水の生産力が低下していたり、疾病をうつされるおそれもある。

④ 水の使用権、占有権

多量の水を利用する場合、同一河川や水源に複数の人が依存していることが多いので、事前によく了解を得ていないととんでもないトラブルを起こすことがある。特に南米の場合そのことに関する法律が整っていないので、ややこしくなりやすい。いざという時、魚は水の外へは逃げ出せないのであるから隣人との関係は大切にしておかないと、命とりになってからでは遅い。現にしばしば耳にする事が多い。

また網生養殖の場合は公共の水体（電力会社や水道局所有の人工湖）を利用することになるが、そのための水面使用権というものも南米では法的根拠がまだない。いちいち所有者の電力会社、水道局、あるいは場合によっては水面の監督当局である海軍省の許可を受ける必要があるだけでなく、個人の所有物という意識が薄いため、泥棒やいたずらを十分防止できる体制が必要となる。

⑤ その他

水以外の要因として、止水池の場合、日当たりのよいことが重要なファクターとなる。南半球では、傾斜地であれば北向きの、平坦地であれば、北側に山や丘といった遮蔽物のないことが必要である。逆に冷水性の魚を流水池で飼おうとする場合、日光は邪魔になる。

地盤がしっかりした、水もちのよい土質の土地でない構造物を造るには困るし、無給餌やそれに近い養殖をやろうとする場合は地力そのものを要求されることになる。

2. 種苗

人工採苗技術の確立している種類であろうと、天然種苗の採捕をしている種類であろうと種苗を確保できるかどうかということは特に指導官庁や水産試験場、採苗センターといった機関が未だに整備されていない中南米では飼料と並んで深刻な問題である。

一度種親を導入すれば誰でも簡単に短期間に、あるいは周年種苗を作ることが出来るテイラピアや数種の鑑賞用熱帯魚を除くと、出来れば採苗と商品サイズ養成とが分業体制になっている方が経営上有利になる。

たとえば、ニジマスの場合、緯度で20度前後のところ、種苗生産用には海拔1,500メートル以上、出来れば1,700メートル位のところが有利であるが、食用魚生産に有利なのは1,000メートル内外ということになる。これは親魚の成熟に必要な温度帯というのが食用魚になるまでの成長に有利な温度帯より相当低いからで、このことは表—4ですでに述べた。コイのような温帯性魚類でも事情は変わらない。産卵を可能にしてやるには冬を過ごさせることが不可欠であるが、食用魚養成だけなら冬がない方がその分だけ成長を速めることが可能になるからである。

然し、他に種苗専門の養殖場がなかったり、あるいは種苗の供給が不安定であるなら、自家生産す

るしかない。もちろん自家生産といっても、メキシコ湾岸一帯やカリブ海の国々では、アメリカウナギの種苗(シラス)が天然採捕できるし、ボラの種苗も春から夏にかけて2cm位になった稚魚が川をのぼってくるのでこれを採捕すれば良い。

アマゾン水系やラプラタ水系では天然の産卵期というものがある時期に集中しており、従って種苗サイズの稚魚達も相当大きな集団で行動している。こういう場合も魚種によっては、案外楽に確保出来るかも知れない。

種苗をどういう形で手に入れるか(親魚養成して産卵・種苗か卵を導入してふ化か稚魚を導入)によって養殖場に必要設備、施設の種類、規模が違って来るし、従って資金や損益分岐点も大きく変わることになる。副業的にやるのなら、稚魚を購入してやるという形が一番いいことになる。この場合、その運搬方法も問題になある。どんな方法にせよ近いところで確保できることがコスト面でも技術面でも有利である事は言うまでもない。

種苗を導入する場合、ひとつ注意しなくてはならないことは、それによって病気や寄生虫をもって入ったり、害魚が稚魚として混じっていたりする危険性が高いということだ。特に外国から新種や優良血統を導入しようという場合は応々にして取返しのつかない事態になることがある。信用のおける種苗業者から、成長のいい健康そうな種苗を選んで購入することは、腕のいい養殖家になるための第一歩ということになるだろう。

表-5に魚種による種苗の種類、一般的な取引サイズ、名称、入手時期などを表してみた。

表-5 種苗の種類、入手時期、入手先

養殖魚種	種苗のサイズ	名 称	入手時期	入 手 先
コ イ	20~80g	新 仔	3月~ 5月	養殖業者(マイリンク、モジ)
	1~2g	産 仔	11月~12月	州水産研究所、CESP、養殖業者
ティラピア	2g前後	稚 魚	12月~ 3月	CESP、養殖業者
キンギョ	2g前後	黒 仔	11月~12月	イタクア、イタク・ラ、モジ、ジャカレイ
ウ ナ ギ	0.2~0.5g	シラス	12月~ 3月	フランス(輸入)*
	1.0~5.0g	黒 仔	5月~12月	-
ボ ラ	0.5~2g	ハ ク	10月~11月	自家採集
ブラックバス	2.0~10g	稚 魚	1月~ 5月	養殖業者
オニテナガエビ	0.05~0.1g	ポストラーバ	年 中	PESAGRO(リオ)、UNFPB(レンフェ)
食用ガエル	2~10g	オタマジャクシ	12月~ 3月	養殖業者
	5~10g	幼ガエル	年 中	養殖業者
バ ク ー	2~5g	稚 魚	2月~ 5月	CESP、UNESP(ジャボチカバル)
熱 帯 魚	0.5~20g	稚魚~成魚	年 中	養殖業者(モジ、サンパウロ、カンピーナス)
ニジマス	30~60mg	発 眼 卵	4月~ 8月	州水産研究所、養殖業者(カンボス・ド・ジョルドン)
	0.5~2g	餌付稚魚	5月~ 9月	養殖業者(カンボス・ド・ジョルドン)

3. 飼料

給餌養殖をやる場合の生産コスト中、最大の割合を占めるのが飼料コストである。魚種によるバラツキはあるものの多くの場合完全給餌養殖では優に50%は越える。従って優れた安価な飼料を確保するかどうか採算ベースに乗せられるかどうかを左右することになる。

ここでいう安価なというのは、餌料の単価が安いかどうかということではなく、あくまで養殖対象の単位増重量に要する飼料費が安くつくかどうかという事である。例えば筆者の経験ではブラジルのA社の配合飼料は単価約40米セントで飼料係数が1.3だった。つまり、1kgの魚の生産に52米セントかかったのに対して、B社の配合飼料は外観上ほとんど区別がつかないのに単価約28米セントで飼料係数2.4で従って1kgの生産に67米セントかかった。どちらの餌が有利か、論を待たない。

もともと日本の近代給餌養魚というのはまず始めに餌（主に中部地方、関東地方の生系産地でのサナギ）があって、それから養殖が考えられたようなもので、その状態がつい20年前まで続いていた。まして、未だ養殖というひとつの産業が配合飼料工業の市場として確立していない（存在していない）中南米にあっては、生産コスト中一番大きなウエイトを占めているだけに、給餌養殖が自家配合飼料や天然飼料（サナギ、雑魚類）などにたよらざるを得ない場合が多い。

飼料にとって重要な要素は、(1)魚が食べてくれる、(2)魚の要求する栄養分とそのバランスが満たされている、(3)必要量がコンスタントに入手できる、(4)輸送と貯蔵が割合簡単、(5)採算ベースの価格である、ことなどである。

① 配合飼料

天然餌料や餌料生物ではなくて、上の5つの要素をみたすもの、つまり配合飼料を、自分で配合しようとする場合、あるいは今後少しずつではあるが出回ってくるであろう飼料工場生産の配合飼料を入手する場合に、知っておきたい基礎的知識を次にのべてみよう。

（家畜、家禽と同様に、養殖魚にも、栄養物を与え栄養を司るものは「飼料」といってよかろうが、水産、養殖関係では「餌料」という言葉が一般的に使われているので、配合飼料のように人為的に作られるもの、あるいは栄養をコントロールするために与えられるようなものは「飼料」とし、その他の場合は「餌料」としておく。）

イ 魚類の栄養

魚類は水中に棲息している変温動物であるため、家畜、家禽のような陸上の定温動物の場合とくらべて、その栄養、飼養は異なる点が多い。

(イ) 摂餌

飼餌料としての第一の要素である、魚が食べてくれるということ、つまり摂餌が、特に食性の多様性が極端に大きい魚類においては重要である。食べてくれなければ飼餌料とはいえない。

魚の摂餌強度（摂餌活動や摂餌量）には多くの要因が影響を与えている。

- a 魚の生理的要因—体重の増加、産卵期などの発育生理的時期、健康状態、飼餌料への慣れ。
- b 環境要因—水温、水質、溶存酸素、照明、魚類は酸素欠乏に弱い変温動物のため、とりわけ水

温と溶存酸素による影響は大きい。

c 飼餌料の性状、品質—飼餌料の大きさ、硬さ、色彩などの物性、飼餌料中の化学物質、摂餌促進物質。

d 給与技術—給与方法、給与回数、飼餌料を魚に食べさせ、魚を効率よく増体増肉させるためには、これらの要因を考え合わせて調達、配合、給餌しなければならない。

(ロ) 消化、吸収

魚はそれぞれの食性に適応した摂餌生態、および消化機構をもつため、消化器系の構造は魚種によって大きな違いがある。例えばコイには胃がなく、サケ、マス類には幽門垂という特異な消化器官があったりする。

消化酵素も、その種類、活性度、分泌する臓器、分布が魚種によって異なり、ましてや陸上動物とも大いに異なる。例えばアミラーゼの活性は、肉食性のニジマスのような魚種と雑食性のコイのような魚種では大きなひらきがあり、前者は後者の80分の1以下といわれている。

アミラーゼ活性のレベルは、魚類は哺乳動物と較べて著しく低いので、一般的に魚類の炭水化物利用能は非常に劣っている。

蛋白質、脂肪の消化吸收能力は、魚種による食性、消化器系の多様性にもかかわらず、全般的に高く一定しているといつてよい。

ただエネルギー源として蛋白質を最大利用し易い代謝機構を有しているといつてよいほどなので、特に炭水化物利用能が著しく劣る肉食性の魚種には、炭水化物を多く含む植物性蛋白質源原料を与えることには、おのずと限度がある。

(ハ) 栄養要求

a. 蛋白質

蛋白質は生命の維持や、酵素、ホルモンなどとしても重要な働きをしているが、なんといつても動物体各組織の構成にかかわり、増体増肉に最も関係する。魚など動物体の蛋白質は、摂食された蛋白質が消化管内でアミノ酸に分解吸収され、そのアミノ酸は動物個有の蛋白質に再び合成される動物体の蛋白質を合成するには約20種のアミノ酸が必要であるが、この内約半数のアミノ酸は他のアミノ酸より体内で合成されるが、あとの半数は食物としてかならず摂食しなければならない。これを必須アミノ酸といふ魚の場合、ロイシン、イソロイシン、バリン、スレオニン、フェニルアラニン、メチオニン、トリプトファン、アルギニン、ヒスチジン、リジンの10種である。

魚体蛋白質のアミノ酸組成と飼餌料中の蛋白質のアミノ酸組成とは差があり、その差の中で割合的に最も不足している必須アミノ酸を第一制限アミノ酸といふ、このアミノ酸で満たすことの出来るところまでしか、他のアミノ酸がいくら余っていても、体蛋白質を合成することは出来ない。これはリ—ビッチの最少律の原理といつて最も重要な原理の一つである。

表一 6 魚類の必須アミノ酸要求量

(飼料蛋白質中の%)

	コイ	ニジマス
ロイシン	4.8	5.0
イソロイシン	2.6	2.8
バリン	3.4	3.6
スレオニン	3.8	4.1
フェニルアラニン	3.4	3.6
チロシン	2.3	2.4
メチオニン	1.8	2.3
シスチン	0.9	1.0
トリプトファン	0.8	0.6
アルギニン	4.4	4.0
ヒスチジン	1.5	1.8
リジン	6.0	6.0

要するに、魚の肉つまり蛋白質を合成するには、飼餌料として必ず蛋白質を摂食させねばならず、その蛋白質も出来るだけ魚体蛋白質のアミノ酸組成の割合に近いアミノ酸組成の物がよい。

魚体の蛋白質のアミノ酸組成は、魚種によって差はあまり大きくない。よってアミノ酸の要求量もあまり差がない。表一6は淡水養殖の代表的魚種のコイとニジマスの必須アミノ酸要求量である。

アミノ酸でなく、蛋白質としての要求量は最大の成長を期待する場合体重1kgに対して1日12g前後が必要で、多くの研究結果より、飼料中の蛋白質含有量は、35~34%の範囲のものがよい。もちろん30%以下になっても成長速度は低下するが、魚に異常はみとめられないので、実際の養殖において経済性がより有利であれば、35~45%以下の蛋白質含量の飼料を与えてもよい。

b. エネルギー

陸上動物はエネルギー源として、炭水化物脂肪を主として利用しているが、魚類の場合には全体的にみて、炭水化物の利用能が低い場合が多く、蛋白質および脂肪を利用する割合が大きいといえる。しかし、コイのように魚種によっては炭水化物を比較的利用出来る場合もあるので、本当に栄養バランスのとれた飼餌料を考えることは、なかなかむずかしい。

魚類の栄養上、特長的なことは、蛋白質のエネルギー代謝である、それは、家畜、家禽では蛋白質の最終代謝産物は主として尿素、尿酸であるのに対して、魚類のそれは主としてアンモニアであることである。つまり鰻よりアンモニアの形で排泄する魚類は、アンモニアより尿素、尿酸に合成してそれから排泄するためのエネルギーを多く必要とする家畜、家禽と比べて、蛋白質の熱量増加(食物摂取にともなう消化、吸収、代謝、排泄に使われる熱量)が少なくてよいと考えられる。そのため各種飼料原料、特に蛋白質原料の魚類に対する代謝エネルギー備は、家畜家禽の場合より高い。

魚類のエネルギーに関する研究は、水中でやらねばならないむずかしさがあり、各魚種のエネルギー必要量や飼料原料の代謝エネルギー価は、それを飼料の配合設計に利用出来るほどの知見、数値が、現在のところまだ研究されていない。

飼餌料中の炭水化物含有量の至適範囲は、魚種によって大きく差異があるが、アミラーゼ活性が高く澱粉の消化吸收率の高い雑食性のコイでは40%程度、それに対し肉食性魚種は10~12%程度である。炭水化物含量が多くなると、炭水化物自身の消化率も低くなると同時に、蛋白質の消化率をも悪くする。以上のことからして肉食性魚種の飼料は、低水温時の場合など特に注意を要し、飼料単価を低くするため蛋白質含量の低い飼料をつくり澱粉などの炭水化物を多くすると、低い含量の蛋白質をさらに消化利用率でも低くすることとなり、有効な蛋白質は少なくなってそのコストはかえって高いものとなりその上、魚に栄養障害も起こしかねない。

穀物中の澱粉は、加熱処理により、ベーター (β) 型からアルファ (α) 型に変わる。アルファ型澱粉は魚類に利用されやすく、また飼料の粘結性も増すので、穀物は加熱処理するとよい。

同じ炭水化物でもセルロース類は、一般に不消化で利用されないが、栄養素の消化速度や飼料の物性に影響し、ある一定限度以下なら成長促進や蛋白質効率向上が認められる場合もあることが知られている。

c. 脂質

脂質は、魚類にとっては利用能が一般的に低い炭水化物にかわって、重要なエネルギー源であり、また蛋白質節約効果がある。酸化などしていない良質の油脂類を入手し飼餌料に添加して魚に与えることは問題も多くなかなか大変であるが、飼餌料中の脂質含量を高めることによって単位増重に必要な蛋白質量を15~40%も少なくすることが出来る。

脂質は、さらに必須脂肪酸およびリン脂質の給源として重要である。魚類にとって必須脂肪酸は特に大切で、種苗生産のための飼餌料はこの必須脂肪酸含有量がまさしく決定的影響を与えるほどである。

必須脂肪酸の必要量は、魚種により異なるが淡水魚の場合、不飽和脂肪酸のリノール酸、リノレン酸、およびエイコサペンタエン酸など炭素数20以上の高度不飽和酸で大体 0.5~1.0 %である。リン脂質は特にエビ類に重要である。

必須脂肪酸は各種油脂によってその含量は大きく異なるが、魚油、肝油には多い。

d. ビタミン、ミネラル

ビタミン要求量は、魚の大きさ、飼育環境飼餌料の組成などにより異なり、しかも魚種による特異性もみられるのでその決定はなかなかむずかしいが、研究は相当にすすんでいる。家畜、家禽と同じビタミン類が必要であるが、多少異なるのは、P-アミノ安息香酸とイノシントが必要なことで、特にイノシントは魚類には重要である。またビタミンCも重要である。

ビタミンの要求量に関し、ニジマスについてまとめた今までの日本での研究結果と米国のNRC標準(1973)を、表一7に示す。

表-7 魚類のビタミン要求量

(生体重1kg当り日量)

ビタミン	単位	ニジマス	コイ	NRC標準
ビタミン A	IU	250	100~500	60
" E	mg			1
" K	mg			2
" B ₁	mg	0.02~0.20		0.15~0.20
" B ₂	mg	0.10~0.30	0.11~0.70	0.50~ 1
" B ₆	mg	0.02~0.20	0.15	0.20~0.40
パントテン酸	mg	0.20~0.40	1~ 1.4	1~1.5
イノシット	mg	5~ 10	7~ 10	18~20
ピオチン	mg	0.001~0.005	0.02~0.03	0.03~0.07
葉酸	mg	0.02~0.10		0.15~0.20
コリン	mg	1~ 2	60~120	50~ 60
ナイアシン	mg	0.02~ 1	0.55	3~ 7
ビタミン B ₁₂	mcg			0.20~0.30
P-アミノ安息香酸	mg	2~ 4		
ビタミン C	mg	5~ 10		3~ 5

ミネラルの内は、まずカルシウムについては魚類が水中に溶解しているカルシウムを鰓を通して、必要量のほぼ全量を体内にとり入れることが出来る。リンについては、水中の溶解量も少なくまた吸収が活発でないので、飼餌料によって摂食させる必要がある。ただリンはそのリン酸塩の種類によって利用率に差異があり、少々信じがたいことではあるが、魚粉中の魚の骨に由来するリン（主に第3リン酸カルシウム）の利用率は低く、第1リン酸カルシウム塩が最も利用率が高い。

他のミネラル、微量元素についても、要求量が次第に研究解明されて来ており、淡水養殖の代表的魚種であるニジマスとコイのミネラル要求量をまとめたものが表-8である

表-8 魚類のミネラル要求量

(飼料乾物中)

ミネラル	単位	ニジマス	コイ
カルシウム	%	(0.03で異常見られず)	(0.028で異常見られず)
リン	%	0.70~0.80	0.60~0.70
マグネシウム	%	0.06~0.07	0.04~0.06
亜鉛	ppm	15~30	15~ 30
マンガン	ppm	13	13
銅	ppm	3	3
コバルト	ppm	0.1	0.1
鉄	ppm		150
セレン	ppm		
ヨード	ppm		

② 飼料の種類

飼料を内容によって分けてみると

イ〔単体飼料〕－配合飼料の原料であるが、単体で給与することもある。例えば蛋白質を補う目的で高蛋白質原料である魚粉、肉骨粉、蛹粉などを補助的に給与するような場合。また植物性のふすま類などを、養殖池に投与することは、魚に摂食させる以外に餌料生物のための施肥にも一部なっていることもある。

ロ〔配合飼料〕－それのみで養殖魚類をほぼ完全に成育させるべく、各栄養素をバランスよく配合しているもの。

ハ〔添加補助飼料〕－天然餌料で養殖している場合、あるいは粗放的な養殖を行っている場合、天然餌料、生物では不足する栄養素を補うため、主にビタミン類、ミネラル類などの微量成分、あるいは薬剤、着色剤などを混合してあるもの。配合飼料の内容の一部分のみで出来ている飼料と考えるもよい。また、飼料を形状によって分けると、

ニ〔粉末〕－稚魚には粉末のまま投与することはあるが、普通は水を加えてねり餌としてやるが、あるいは魚などをつぶした生餌と混合して与える。粉末は粒度を出来るだけ細かくする必要がある。

ホ〔固形〕－家畜、家禽用の場合と同じく、加圧成型してペレット状にしたもの。このペレットをくぐらして粒度をそろえたクランブル。押出機で著しい圧力をかけた後で一気に常圧の状態に放出し、水分を蒸散、発泡させた多孔質ペレット。これは浮上性がある。この多孔質ペレットのクランブル。エビ用飼料のスバゲティ状のもの、熱帯魚用のフレーク状のもの、将来のことではあるが、稚魚稚エビ用のマイクロカプセル状のもの、などが固型飼料である。

③ 飼料の原料

養殖用配合飼料の原料としては、魚類の栄養要求が一般に高蛋白高エネルギーであることや、含有脂肪の品質の影響を受けやすいことなどの点を注意すれば、家畜、家禽用飼料に用いている原料は、ほぼ同様に使うことが出来る。主な原料は次のものである。

イ 動物質原料

成分的には、一般に高蛋白でアミノ酸組成も良いが、変質劣化しやすいので品質管理には特に注意が必要である。

(イ) 魚粉 (Farinha de Peixe)－魚を丸のまま魚粉にしたもの(例えばイワシ、小サバなど)、食用加工の可食部以外の部分を魚粉にしたもの(例えばメルーザのフィレの部分をとった残り、イワシの頭腹部など)、およびこれらがまざったもの、があるが、これらの組成はそれぞれ異なる。魚粉の品質は各成分の含有量の多少も大切ではあるが、魚粉を作る材料の鮮度、加工法、処理後の保存法などによる各成分の変質度合がより重要である。例えば、材料の鮮度がわるければ、すでに脂肪分の酸化が相当に進んでいる。加工工程で加熱乾燥が適切でなければ、蛋白質、アミノ酸の利用性が劣る。処理後の水分含有量が高く、冷却がよくなければ、脂肪の酸化、カビ発生がおこり魚粉の品質が急速に悪くなる。また魚に全く由来しないもの、例えば皮革くずや羽毛などを混合して粗蛋白質含量を高

くみせかけるような粗悪品も出まわっているので、品質管理には特に注意を要する。

肉骨粉 (Farinha de Carne e Osso) 肉骨粉の品質は、それぞれの品物によって千差万別である。肉質部分と骨の部分の混入割合、毛、角、蹄の混入量、加工加熱度合、原料鮮度などによって栄養価が異なるためである。肉質部が多く脂肪の酸化が少ないものを選ぶ。

(ロ) 羽毛粉 (Farinha de Pena)、家禽副産物粉 (内臓粉) (Farinha de Viscera) - これらは食鶏処理場から出る羽毛の部分、不可食な内臓部で、一般に出回っているものは別々ではなく両者が混合されたものである。内臓部の方はアミノ酸組成も非常によく養殖飼料の原料として栄養価も高いが、羽毛部は加工処理法が適切でなければ極端に悪いが処理が適切で加水分解されている羽毛粉は、ニジマスなどの飼料原料として相当な栄養価を有する。

(ハ) 血粉 (Farinha de Sangue) - 羽毛粉同様処理法で栄養価に大差がでる。アミノ酸組成はあまりよくないが処理の良いものは養殖飼料用原料としてある程度使える。

(ニ) 蛹粉 (Farinha de Crisalida) - 蛋白、アミノ酸組成は非常によく、養殖魚の飼料原料としては良いが、含まれる脂肪は酸化変質しやすく、又養殖魚に蛹特有の異臭をつけるので本来は脱脂したものをを使うのがよい。

(ホ) 粉乳 (Leite em po) - 全粉乳 (Integral)、脱脂粉乳 (Desnatado) があり、これらはむろん脂肪含量に差があるが良質の原料であり、特に稚魚用にはよい。この他に乳製品副産物としてホエー粉 (Soroem po) も利用出来良質のミネラル類が多い。

その他の動物性原料 家畜の肝臓、肺などの粉末も原料として使えるが、現在はその入手はむずかしい。エビ、カニ殻粉も入手出来れば、蛋白質原料としてよりカルシウム源、着色源、嗜好向上などのために使える。この他に特殊なものとして、稚魚稚エビ用、あるいは熱帯魚用として、イトミミズ、アルテミアなどといったものが少量ではあるが使われる。

ロ. 植物性原料

(イ) 大豆粕 (Farelo de Soja) - 蛋白質源として最も安定した供給が出来る原料であるが、魚粉などより養殖魚に対する栄養価は低く、あまり多くのパーセントで配合出来ない。しかしメチオニン、リジンなどの合成アミノ酸などで強化したものや、大豆粕加工工程の改良などによって、将来は養殖用飼料にも主原料として使われるようになって考えられる。大豆粕は、生産過程での加熱度合によって品質に大きな差が出るが (大豆中に含まれるインヒビターが加熱処理で不活化し栄養価が向上する)

養殖用原料としては、家畜家禽用原料に適切な加熱処理よりさらに強度の熱処理をほどこす必要がある。ただ必要以上の処理は蛋白質の変性が進み消化利用率が低下する。大豆粕でなく大豆粒もやはり加熱処理を行えばエネルギー源となる脂肪含量も多いので養殖用飼料に使える。

その他の油粕類 落花生粕 (Farelo de Amendoim)、綿実粕 (Farelo de Algodao)、ゴマ粕 (Farelo de Gergelim)、ヒマワリ粕 (Farelo de Girasol) その他の搾油粕類も植物性蛋白質源として、養殖用飼料に使えるが、一般に繊維質が多く、又落花生粕、綿実粕などはアフラトキシンと言う毒素を生産するカビが発生することがあり、このカビ毒は養殖魚に大きな害を与えるので品質管理による選別を

よくしなければならない。

(ロ) 穀類、澱粉類 一穀物は麦類、トーマロコシ、マイロなどで蛋白質を含むが炭水化物含量が多い。澱粉類はトーマロコシ、マンジョカ、その他イモ類の澱粉であるが、これら炭水化物や澱粉は魚類でもエネルギー源となるが一般にその利用性は低く魚種によって差が大きい。又、熱処理すると利用性は向上する。穀物や澱粉を養殖用飼料に配合する理由の一つは、飼料に粘結性をもたせる必要があるためであるが加熱すると澱粉がアルファ化し粘結性が増す。

(ハ) ぬか、ふすま類 (Farelo de Arroz, Farelo de Trigo) - これらはつなぎ的役割のために混合されることがあるが、使用量は多くない。米ぬかの場合、生米ぬかは新鮮なうちは脂肪分も多くエネルギー含量も高いがその脂肪は急速に酸化されるので新鮮なものを使わねばならない。又、米ぬか粕は、脱脂した米ぬかであり保有性はよいが、エネルギー含量は低い。普通はふすまの中に混っているが小麦の胚芽の部分が分離できれば、これはよい原料である。

(ニ) グルテン・ミール (Farinha de Gluten de Milho) - トーマロコシの澱粉製造のさいに生産されるもので、蛋白質含量が高く、着色効果もあり養殖飼料原料としては使いやすい原料である。これと同時に副生産されるもので、グルテン・フィード (Farelo de Glutein de Milho) があるが、これは穀実の皮の部分が主で蛋白質含量は低いものである。

アルファルファ・ミール (Alfa lfa moida) マメ科牧草であるため乾草の中では蛋白質も多い方であり、カロチンも多いので、ペレットのつなぎのためとか、着色用として一部使われる。

ハ、醸酵生産物

(イ) 酵母類 (Fermento) - ビール酵母、パン酵母など蛋白質含量も高く微量成分も多く含まれている。又嗜好性向上のために配合すればよいが、一般に高価であり入手が不安定である。

(ロ) 醸酵残渣物 (Resíduos de Fermentação) - アルコール醸酵の残渣物が主であるが、微量ミネラル類が多く入っており、養餌飼料にも一部使える。

ニ 油脂類

飼料用としての油脂は、市場にはないので、最終精製のしていない食用油脂を使うことになるが、エトチンなど抗酸化剤を添加して使う必要がある。魚油は特に注意を要する。酸化した油脂は養殖魚類に著しい被害を与える。油脂はもちろんエネルギー源であるが、さらに必須脂肪酸の補充という点でも大切である。

ホ 無機物原料

食塩の添加は必要であり、リン源原料としては、第1、第2および第3リン酸カルシウム、第1リン酸ナトリウムなどが使われ、とくにコイにはこの第1リン酸ナトリウムが高価ではあるが適している。カルシウムのみの給源としては魚類には普通与えなくてよいがエビなどに与える場合には炭酸塩、リン酸塩を使う。カニ、エビ殻もカルシウム源となる。

ヘ 添加物

添加物としては、ビタミン類、微量ミネラル類、着色剤、粘結剤、抗酸化剤、抗ばい剤、成長促進

予防薬剤などがある。ビタミン類およびミネラル類を養殖魚類用にプレミックスしたものは、今のところ商品化されていないので、各ビタミン、ミネラルを混合しなければならない。着色剤は、もともと高価であり特殊な場合以外は添加されないが、もし着色する必要がある場合には、天然の原料、例えばエビ、アミ類、アルファルファ、トモロコシ、グルテンミール、クロレラ、スピルリーナなどの外に、合成のものとしてカンタキサンチン、アポカロチン酸エステルが赤味、黄味の着色添加剤として使われる。これら着色剤の効果は、魚種、飼育状態などにより相当に違いがある。粘結剤は、小麦粉ギアルファ化澱粉が多く使われるが、この他粘結剤として使われるものにCMC (Carboxy methyl cellulose の略) ポリアクリル酸ソーダ、アルギン酸、リグニンスルホン酸、ゼラチン、寒天などがある。抗酸化剤、抗ばい剤には、エトキシソルビン酸、BHT、プロピオン酸などが使われる。薬剤を病気予防、治療のため飼料に添加して魚類に与えられることがある。

④ 飼料の製造

養殖家が配合飼料を自家製造するには、粉末飼料、それを水でねったねり状飼料、さらにそれを成型機で一応型状をととのえた生の固形飼料、それを乾燥器で乾燥した乾燥固型飼料があるが、加圧・成型をするペレット、あるいは多孔質ペレットは、多量に生産する場合でなければ施設共が高く不可能であり、自家製造では無理である。成型機は肉ひき器が一般に利用される。よって自家製造の場合は固型といっても簡易に成型しただけであり、原料は粉末飼料と考えてよい。

粉末飼料の配合、製造で最も重要なことの一つは、それをねり餌として使う場合でも、また簡易固型化する場合でも、原料を微粉化することである。これは摂食させた飼料を有効に利用させるためである。微粉化するためには粉碎能力はおちても出来るだけ目の細かい篩をつけた粉碎機を使用し、必要によっては二回以上くりかえし粉碎し、あるいは篩器で荒いものをふるい分けて、そのみを粉碎する。微粉化は配合する原料の種類や状態によって非常に異なる。

脂肪や水分含量が多ければ粉碎しにくいので他の原料と混ぜてから粉碎するとよく、一般に各原料を混合した後、粉碎機を通すとよい。

配合する各原料の品質は、前述のごとく配合した飼料の栄養効果に大きく影響し、品質劣るものは、ただ発育低下のみでなく、栄養障害、中毒を起し、とくに稚魚は飼料の品質に対して非常に敏感であり影響も大きい。よって配合する各原料の品質管理コントロールは大切であり購入時には、信用のおける供給者を選び原料の化学分析、微生物検査をしかるべきラボラトリーで行って確かめることがぜひ必要である。

各原料の配合割合は、それぞれの条件によってかわり、例えば魚種、魚の大きさ(月令)、飼育地の状態などによって異なるので、代表的な養殖魚である雑食性のコイ、また肉食性のニジマスの配合割合例を表-9、表-10に示し、それに使われるビタミン・プレミックス、ミネラル・プレミックスを表-11、表-12に示してある。

これら配合例は、ほぼ完全給餌養殖の場合である。よって不完全な場合にはその程度によって飼料中の栄養レベルをさげていくことになる。その例が、表-9コイ用配分例の(f)、(g)である。

ビタミンの一つであるコリンは、塩化コリン50%が原料となるが、これは吸湿性の強いものであるため、ビタミン・プレミックスと一緒に混合し、飼料の配合時に別に加えるようにする。

表-9 コイ用飼料配合例(%)

	稚魚用		育成用						
	a	b	a	b	c	d	e	f	g
魚粉	53	48	43	43	39	39	30	24	19
肉骨粉					3	3		2	3
フェザー・ミール							7		
大豆粕	6	8	11	13	15	17	20	13	18
コーン・グルテン・ミール	3	5	4	4	5	4	4	2	4
酵母	3	3	2		2		2		
小麦粉(米粉)	26	26	28	27	28	27	27.7	28	28
米ぬか粕	4	5	9.7		5.7	5.7		20	18
コーングルテン・フィード				8.7			7	8.7	7.7
ビタミン・プレミックス	1.5	1.5	1.0	1	1	1	1	1	1
塩化コリン(50%)	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
ミネラル・プレミックス	1	1	1	1	1	1	1	1	1
リン酸塩	2	2		2		2			

表-10 ニジマス用飼料配合例(%)

	稚魚用		育成用				親魚用
	a	b	a	b	c	d	a
魚粉	66	63	58	53	50	47	58
肉骨粉				2	2		
粉乳	4	2					
フェザー・ミール						10	
大豆粕		3	4	5	5		
コーン・グルテン・ミール	2			3	7	7	
酵母	2	3	2	2	2	2	5
小麦粕(米粉)	22.5	26.1	33.7	32.7	31.7	31.7	33.5
ビタミン・プレミックス	2	1.5	1	1	1	1	2
塩化コリン(50%)	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5
ミネラル・プレミックス	1	1	1	1	1	1	1

表-11 ビタミン、プレミックス配合例

ビ タ ミ ン	濃 度	コイ用(%)	ニジマス用(%)
ビ タ ミ ン A・D	(A:50万単位/g) (D:10万単位/g)	0.20	0.20
ビ タ ミ ン E	50%	2.00	2.00
ビ タ ミ ン K ₃		0.10	0.10
ビ タ ミ ン B ₁		0.10	0.12
ビ タ ミ ン B ₂		0.30	0.40
ビ タ ミ ン B ₆		0.09	0.12
ニコチン酸		1.00	1.00
パントテン酸カルシウム		0.50	0.50
イノシトール		4.00	4.00
ビ オ チ ン	2%	0.08	0.15
葉 酸		0.02	0.03
ビ タ ミ ン B ₁₂	1 mg/g	0.15	0.20
ビタミンCカルシウム		1.50	3.00
小 麦 粉		89.96	88.18

表-12 ミネラル、プレミックス配合例

ミ ネ ラ ル 塩		%
硫酸マグネシウム	MgSO ₄ · 7 H ₂ O	30.00
硫酸第一鉄	FeSO ₄ · H ₂ O	3.00
硫酸銅	CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.30
炭酸亜鉛	ZnCO ₃ ·	0.60
硫酸マンガン	MnSO ₄ · H ₂ O	0.43
硫酸コバルト	CoSO ₄ · H ₂ O	0.05
沃素酸カルシウム	Ca(IO ₃) ₂ H ₂ O	0.02
食 塩	NaCl	65.60

⑤ 購入飼料について

現在のところ、飼料メーカーによる養殖用飼料の供給はごく少種しか出ておらず、それも内容がまだ不十分なものであるが、養殖業の発展にともない、対象となる魚種や魚の大きさ、また使用目的などに合った各種の飼料が次第に出回ってくると思われる。しかし淡水養殖の場合、養鶏、養豚の場合とは違って、各養殖場によって、条件がまちまちであり、魚種、飼育程度、池の状態などによって必要とする栄養レベルが異なるので、各自の養殖池に合った飼料をえらばねばならない。

飼料を選ぶ際、どうしても見極めにくい点は、餌料効率がよい飼料かどうかである。養殖魚は、鶏、豚などの場合よりも飼料による効率の違いが大きいため、経済的な差も大きく出てくる。つまり効率の良い飼料は、飼料の単価が高くても、その反対の場合、即ち単価は安くても効率の劣る飼料よりは、経済的に優利となる場合が多い。この飼料効率を見極めるのは、やはり実際に魚に与えてみなければわからないので、小規模にでも調べる池なり場所をもてば理想的である。

また購入する配合飼料は、固型飼料のペレットかクランブルであろうが、これの給与量や給与方法が大切である。養鶏や養豚の場合よりもさらに多くの条件、例えば置かれている環境、即ち水の温度などとの関連があり給与量は発育成績に大きく影響するし、また経済的にも非常に重要事項である。この給与量と給与方法は、各魚種によって異なるので、後の章節で述べることにする。

⑥ 天然餌料

日本の淡水養殖の代表種であるコイ、ニジマス、ウナギの何れもその給餌養殖の歴史の始めにおいて、サナギを使っていたように、地方地方によって手に入る天然餌料を使うことが有利な場合がある。要するに入手可能な餌の単価に餌料係数をかけたものが養殖の成品売価の半分以下であれば経営は一応なりたつと考えて良い。

使用可能な天然餌料はサナギの他に、沿岸域や河川で穫れる食用にならない小魚、小エビがある。小規模であれば都市下水などに繁殖するイトミミズ類も優秀な餌となる。

ここで考えるべきことは、天然の魚の場合、その生理的欲求に応じて餌を食べわけ、あるいは選択することが出来るのに対して養殖池の魚は与えられる餌以外に選択の余地がない。従って餌の栄養バランスが十分なものでない場合、養殖魚の健康ひいては高生産性は得られないことになる。

よく出来た配合飼料の場合、魚の要求する栄養素の全てをふくんでいるわけだが、天然飼料の場合、それを人工的に調整してやることはむづかしい。また、なまものであるために輸送や貯蔵段階で変質しやすく、その影響も直接的にでる。

従って経済性以外にもまだ次のような点に十分注意を払う必要がある。

イ. 鮮度保持 小魚・稚魚の場合はもちろん、サナギなどの場合も此の点に気をつける必要がある。サナギの場合、製糸工場から出て来たものを直ちに投飼できれば問題ないが、乾燥工程を経るほど脂肪分の酸化が始まり、酸化がひどくなると栄養障害を起こしたり、魚肉が特殊な臭いを帯て商品価値を下げたりする。栄養面や嗜好性からいってサナギは優秀な餌であるが、この酸化の問題、臭いの問題があるため、その使用は慎重にならざるを得ない。

また魚を使用する場合、冷凍保存ということが考えられるが、冷凍状態であってもふくまれている脂肪分の酸化はどんどん進行するので安心出来ない。魚に食わず物という考え方でなく、人間が直に食べても大丈夫なように取扱う必要がある。

ロ、投餌のバランスを考える。

前述したように、ただでさえ偏食傾向にある養殖魚の場合、投餌する餌の特性をそのまま受けてしまう。ひと昔まえまで、養殖ウナギはイワシ臭いとよく言われたが、たしかにその頃のイワシばかり食べていたウナギでは、その脂肪酸組成などがイワシのそれに近いものになっていた。

南米で商業価値の少ない沿岸性魚類というと、カロクチイワシの類があるが、この仲間を単独で投与していると十分新鮮なものを用いても魚が栄養障害を起こして斃死することが知られている。その原因は今のところサイアミナーゼというアンチビタミンの一種によってビタミンB₁が分解されて起きると考えられているが、淡水魚類や貝類にもこのアンチビタミンが存在している。従ってこれらの魚種を餌料として利用するためにはビタミンB₁を捕ってやったり、牛肝臓などを定期的に投餌してやる必要がある他、このアンチビタミンが特に内臓部分に多いので、ミンチにしたりして他の材料と混合する場合、混合直後に投餌する必要がある。また煮熱などによって加熱すれば、これを破壊できるし、ビタミンB₁の含有量の特に高い酵母類を混ぜて使うことも有効である。

天然飼料を使う場合にその使用種類を複数にする必要のあるのは、配合餌料の項で述べたように、餌料中必須アミノ酸や必須脂肪酸中一番少ないものが成長制限要因になるわけだから、餌料の種類をふやして、その相乗効果によって、制限要因のレベルをひき上げてやるためでもある。従って、餌料のある部分を天然飼料で、他の部分を配合餌料でというやり方も成り立つわけで、かえってその方が双方の欠点を補い合って、好結果を生むことが多い。

⑦ 餌料生物（施肥の原理）

天然飼料という語彙をこの場合配合餌料=人工餌料というのに対比させて使ったが、本来、天然飼料と餌料生物の境界ははっきりしていない。天然飼料の扱いの中には、前項のもの以外にも、養殖魚の種類によっては池中の無機物質や泥状残査物なども含まれる。一方、飼育水中の微生物や微小藻類や動物プランクトンなどはどちらの範疇に入れても無理はない。ここでは、養殖対象魚種が直接的に捕食しうる飼育水中の生きている動植物を便宜上、餌料生物と呼ぶ。

養殖の形態の中で述べたようにコイ科の魚のようにふ化したての稚魚が極端に小さい場合、まだまだ人工餌料ではカバー出来ない場合がある。その場合、同時に又は平行して、施肥によって微小生物をふやして、これを餌料として供する方法をとる。南米産のカラシン科の魚では、例えばドラドのように体重10kgを越すような種類でもふ化稚魚は2mm程度で眼にみえない程のものであるから、この餌料生物の開発が、その種の養殖（人工種苗）の鍵をにぎっていることになる。

いわゆる半粗放養殖で施肥を行うのは、この餌料生物を光合成による生産者、植物プランクトンから始まり、その直接捕食者である動物プランクトン、そのまた捕食者というように食物連鎖の輪を造って、その最終生物として魚を収獲するという方式の養殖で最初の植物プランクトンや細菌類など

の繁殖をうながすためのものである。中国では、商品化としての価値よりも、動物蛋白質としての食糧増産ということが第一目標であるため、この施肥養殖の効果を上げるために、施肥によって生じる飼料生物の全てを効果的に利用するため、食性の異なる数種の魚を混養する方式が広く普及している。特に完全な草食性であるソウギョ (*Clempharyngodon iderus*)、底棲動物(主に貝類)食であるオウオ (*Mylopharyngodon piceus*)、植物プランクトンや、付着性微小藻類食のハクレン (*Hypophthalmichthys molitrix*)、動物プランクトンを主とした雑食性のコクレン (*Aristichthys nobilis*) の四種を組合わせてやる混養がさかんで、これらは四大家魚と呼ばれる程である。その食性を見てわかるとおり、養殖池内の生態系ピラミッドの生産者段階だけを除く全てのニッチを共存しながら占めることが出来るような組み合わせということで、南米のように淡水魚の分化の進んだ地方では原産種でこのような組み合わせを実現させることはそれほどむつかしくない。奥地で動物蛋白質を魚に求める必要のあるところほど、考慮してみる価値がある。

また北米では稚魚性のブルーギル (*Lipomis macrochilus*) を完全な魚食性で人工飼料に慣れさせることのむつかしいブラックバス (*Micropterus salmoides*) と混養して前者を後者の餌にする方法がある。この場合、魚そのものが餌料生物ということになる。

淡水における重要な餌料生物中、特に有用であるのはミジンコ類(甲殻類、枝角目の動物プランクトン)で特にダフニア属 (*Daphnia*) とモイナ属 (*Moina*) が知られており、ダフニアは日本などからもちこまれたものが定着しており、モイナはアマゾンなどでも原産種が確認されている。コイや金魚の場合、このミジンコの繁殖状況の良否で、その年の生産が左右される程で、その他の殆どの魚類に対しても初期餌料として、ミジンコは必要なアミノ酸、微量要素を単独でカバーできる秀れた餌料生物である。ミジンコの培養の基本は要するに有機肥料による施肥→有機物の分解→バクテリア、植物プランクトン、原生動物の繁殖→ミジンコの増殖ということであるが、施肥の技術があとのプロセスを左右していることは言うまでもない。施肥についての詳細は次章で述べる。

4 市場(社会・経済・経営)

前章でもふれたように養殖がひとつの産業であるためには、究極のところ、その生産活動の評価は経営的に成り立つかということになる。従って、ある意味では一番の前提によるのが売り先き、つまり市場であり、それと生産の場をむすびつけたり、生産のために必要な原材料を確保したりするためのインフラストラクチャーであると言える。これを表現を換えて述べれば、例えば小型のテイラピアを養殖することは簡単で、適当な溜池さえあれば低コストで誰にでもいくらでも飼える。しかし、この小型のテイラピアの市場性というものはまったくなく、いくら生産してもなんにもならない。逆にニジマスはブラジルのような熱帯・亜熱帯地域で飼うことそのものが場違いの冷水性の魚種で従って養殖するにはコストも高くリスク(大量斃死)も大きい。しかし、市場価格がそれ以上に高いため、十分商売になって居るのが現実である。

もちろん単純に商品としての販売価値だけでなく、他のメリットが経済的に大きなものであれば養殖は成立する。例えば奥地に住んでいて容易に鮮度の良い魚が手に入らないという場合、水さえ充分

にあればそれを利用して自家消費用の魚を生産できる。養豚や乳牛の集約飼育でのし尿や洗浄水を利用して、これを浄化しながら、魚を生産すれば、公害問題のうるさい都市近郊での公害防止に役立つ。公害問題といえば、ある日系の肥料会社が工場の電気炉の冷却に使用した大量の廃水の安全性をアピールするためその廃水を冷却池で平温に下げたあと、流水池に注水、そこでテイラピアの養殖をしている。この工場の場合、同一河川に多数の化学工場があり、廃液、廃水を流しており、すでに河は汚染して公害問題を起こしている。この工場にしてみれば、物理的に冷却するのに使用するだけでも冷却池で十分に温度を下げたから排水しているのに公害工場ということにされてはたまらない。現に魚を飼育して問題なく生産出来るというのは論より証拠という訳である。生産されたテイラピアは従業員に配布されて、従業員サービスというメリットもある。養殖をこういう形で利用することは特に近年重要になりつつあり、その場合の市場性はすなわち宣伝効果や福利厚生にとってかわられている。

市場性というファクターには、まず市場価格、需要量があり、付随して、周年性か季節性か、競合性があるかどうか、競合性には同種、同業者とのそれと、他産業、他種類との競合とがある。前者は説明を必要としないと思うが後者の場合、例えばテイラピアの大型サイズを養殖する場合、ブラジルでは海でタイの獲れる5月から9月までの間は価格の点で競競出来ないし、淡水エビを養殖する場合も同じような大型エビの漁期である5月～9月は消費量も少ないこともあってむつかしい。前にもふれたとおり養殖業は第三次産業的性格の強いものである。従って都市近郊型園芸農業か、あるいはそれ以上に消費者にダイレクトに供給出来ることが要求される。

漁獲される魚と比べてメリットとなりうる養殖魚の特徴は・まず新鮮である（活着しているか、それに近い状態を保てる）・サイズがそろっている。・供給量のコントロールが効くという三点であるから、このメリットを最大限活かせるような販売方法を考えるべきである。

また大都市から、百キロ圏であればゲームフィッシング、つまり釣堀経営も無視できない。この場合、市場に出したのでは消費量、価格のどちらかで合わないような魚種でも充分商品価値が出てくる。

① 生産経費

生産経費となる要素を正確に把握することが経営の基礎であり、養殖計画を立案する上での最重要項目である。にもかかわれず、案外、これはむつかしい問題でややもすると立派な生産を上げている養殖場でも、その経営はどんぶり勘定だったりする。

経費には変動経費と固定経費がある。変動経費には、1. 材料費（種苗費、飼料費）、2. 薬品費、3. 動力費（ポンプアップ等）、4. 消耗品費（金網）、デッキブラシ、止メ板等）、5. 人件費（臨時雇用）、6. 輸送費（運賃）、販売経費がふくまれ固定経費には、1. 減価償却費、2. 人件費（職員給与、福利厚生費）、3. 水熱光費、4. 営繕費（修理保繕）、5. 租税公課費、6. 銀行利子、保険費、7. 事務費、8. 車両費（主に燃料）、9. 雑費などが含まれる。

副業的、家族経営的な場合、特に自己の労力を人件費として計上しておかないと経営状態の判定は出来ない。ブラジルのインフレの現状では減価償却を実際の耐用年数より大幅に短縮した方が無難で

ある。

② 損益計算の実際

経費を把握したら、生産量に単価を掛けて収益を計上すれば損益計算が出来る。表一13に魚種別・養殖形態別に損益計算の例を挙げる。

表一13 損益計算の実例

例一1 ニジマス(完全結餌、流水池養殖)

マンチケータ養鱒場
ミナス州エストレーマ郡
生産量 年間12トン
1981年の例

人件費	U\$	3,404.25	9.6%*
減価償却費	U\$	4,255.32	12.0%
種苗購入費	U\$	2,127.66	6.0%
餌料費	U\$	16,382.98	46.0%
消耗品費	U\$	4,085.11	11.5%
薬品費	U\$	851.06	2.4%
運賃(燃料代)	U\$	3,829.79	10.7%
販売費	U\$	680.85	1.8%
合計	U\$	35,617.02	100.0%
収入(売上代金)	U\$	50,400.00	
利益	U\$	14,782.98	

例一2 コイ、ティラピア(部分給餌、溜池養殖)

パーレド・シャン養魚場
サンパウロ州ブラガンサ郡
生産量 年間15トン(釣堀り用)
1983年の例

人件費	U\$	3,937.50	26.5%*
減価償却費	U\$	3,750.00	25.2%*
種苗生産費	U\$	312.55	2.2%
餌料費	U\$	5,100.00	34.3%
消耗品費	U\$	1,248.19	8.4%
薬品費	U\$	376.26	2.5%
販売費(入場券印刷費)	U\$	128.25	0.9%
合計	U\$	14,852.75	100.0%
収入(釣堀入場料)	U\$	20,812.50	
利益	U\$	5,959.25	

*人件費には所有者の労働力は算入されていない。
従って、利益分の大部分は所有者の労働収入とも
考えられる。

**釣堀用溜池は償却済

5. 技術

適地を選定したり、経営計画や基本プロジェクトを立案するには、もちろん養殖技術が要求されるものであるが、ここで言う技術は養殖の場である養殖場(養殖池)の設計と施行であり、それを運用して行くための日常管理技術(飼育技術)である。

この技術を養殖のための五大要素の最下位に持って来ていることについて疑問に思うかも知れないが、技術が最大の要因に位置するようでは事業は普通成立しない。養殖魚として全く未知の魚を扱う場合、これは確かに専門の技術者なり研究者なりが必要であるが、その段階では養殖は研究の段階であり養殖業ではない。言いかえると技術というものは、何であれ、誰もがそのインフォメーションを受けることのみによって習得、利用出来る普遍性をもって始めて確立したと言えるのである。ただし、その観点から見ると養殖技術は農業、畜産業に比べてまだまだ遅れていることも事実である。

養殖施設は同一魚種を養殖する場合でも、専業か副業か、規模の大小、周年出荷かどうかなどによって大きく変わる、表一14で施設の主要素を形態別に分けてみた。

日常管理技術は要するに「殺さぬように、逃さぬように、盗られぬように」飼育することであり、それに成長率や増肉係数が付帯しさらに商品としての付加価値を高める技術となる。殺す原因には、病気、栄養疾患、酸素欠乏などがあり、逃す原因には給排水口の不備、外周壁のひび割れ、穴、倒壊などが考えられる。盗られない対策は泥棒よけだけではなく、もっと重要な外敵対策がある。外敵には、トンボの幼虫（ヤゴ）やフウセンムシから大は、シラサギ、カワウソまで色々と手をかえ品をかえして養殖魚をねらってくる。気をつけなければいけないものにサウバがある。これによって池底に穴をあけられ魚、水、もろとも一夜にしてからっぽという例がよく起こる。成長率や増肉係数は、前述の飼料そのものの組成や品質だけでなく、投餌量、投餌頻度が日常の作業要因となる。商品としての付加価値を高めるためには、いわゆる泥臭さを防ぐため池底を常に清浄にたもつための池の構造と清浄作業が必要だし、テイラピアの体高を高めて肉の歩止りを大きくするためには水位調節が出来る構造と水深を大きくとれる高さが要求される。観賞魚の鑑賞的価値を高めるには、遺伝育種の観点からの厳しい親の選別が必要となる。

Ⅲ. 養殖場の設計と施行

1. 養殖場設計の基礎

養殖場を建設することは、つまり資本の投下であるから資金の有効利用を計るために、設計段階から慎重な考察が必要である。建設である以上、土木学、建築学によることなく施工されてはならないし、水量の測定を厳密にやっておかないと、慢性的な水不足に悩まされたり、遊休施設を造ってしまったりする。地形測量を無視すると、排水が困難であったり、出水時に水没したりしかねないし、地

表-14 経営規模別必要施設

○: 必要な施設・器具
△: あれば便利なもの

	副業	専業	大規模企業
飼育池(溜池)			
稚魚池	△	○	○
養成池	○	○	○
親魚池			○
採卵施設			
採卵池(室)		△	○
採卵用具(魚巢)		△	○
ふ化施設			
ふ化池(室)		○	○
ふ化槽(盆)		○	○
消毒用具		○	○
飼料施設			
飼料倉庫	○	○	○
調餌室		○	○
油混入ミキサー		△	○
肉ひき機		△	○
飼料運搬具	○	○	○
飼料運搬車			○
計量具	○	○	○
飼育用具			
水揚ポンプ類			△
コンプレッサー類		△	△
選別器	○	○	○
箱網(番養用)	○	○	○
タモ	○	○	○
引網		○	○
計量具	○	○	○
出荷用具			
小型水槽	△	○	○
コンテナ類	○	○	○
器具倉庫	△	○	○
活魚輸送槽		△	△
その他			
フリーザー	△	△	○
冷蔵庫	○	○	○
小型農水機		△	△

質調査を怠ると用水が池底から浸透したり、穴をあけて魚と一緒に漏水したりする。

又、日常の管理作業を念頭に入れて設計しないと、不備な点が日常の観察や管理の眼からはずれ、忘れられた部分を作ってしまうかねない。特に作業動線が重要である。

① 踏査のための観点

設計の根本はまず現場を徹底的に調べあげて完全に把握することである。複数の候補地から選択する場合、自所の内から選ぶ場合、既に存在している溜池などの転用を企む場合と色々あるが踏査のための観点は、

- イ. 必要な有効面積が確保出来るかどうか
- ロ. 水源の種類（河川水、伏流水、湧水等）
- ハ. 地質（特に保水力と抗浸食性）
- ニ. 水量測定（必要水量有無の確認）
- ホ. 水質・水温測定
- ヘ. 出水時（洪水）、旱ばつ時の影響確認
- ト. 測量（平面測量、等高線、縦断横断測量）
- チ. 地勢の確認（陽あたり、適当な勾配）
- リ. 交通の便、その他の infrastructure
- ヌ. 労働力が付近で確保できるかどうか

などである。このうち水量測定をする場合、測定法それ自体も重要であるがブラジルのように雨期・乾期のあるところでは年間を通じての水量を把握することが特に大切である。また、そのためにも付近の住民から水量の状態をよく聞くことも有効である。

測量する場合、特に留意すべきことは土地の勾配で、水源が地表に表われうる地点から、池の排水が完全に出来る地点までの高低差を、精密に測量することである。一般に平坦地よりも1%～5%位の傾斜地の方が利用しやすい。

地勢を見る場合、低緯度地方なら問題ないが、ブラジルは南半球に存在するため、日本では南側が陽あたりのよい土地であるか、ブラジルでは反対に北側となるので、サンパウロ以南で山に隣接した土地を選ぶ場合は特に注意する必要がある。

局所的には一時間に150ミリも降ることがあるので、不意の出水を充分考慮していないと恐ろしい。

② 養殖池の設計

踏査が充分に行なわれ、土地の平面、勾配図、縦横断面図などが出来れば、養殖池の設計にとりかかる。養殖池の形状、大きさを計算して平面図上に配置し、取水口、と池を水路で繋ぎ、注排水の位置を決定したら、建物その他の付帯施設を配置して、作業通路など管理上必要な事項を加えていく。

この平面図作製上重要な点は、

- イ. 取水設備とその位置
- ロ. 沈澱設備と余水吐

- ハ、水路
- ニ、池の形状と大きさ
- ホ、池の周壁の構造
- ヘ、注排水設備
- ト、作業動線、管理通路、などである。

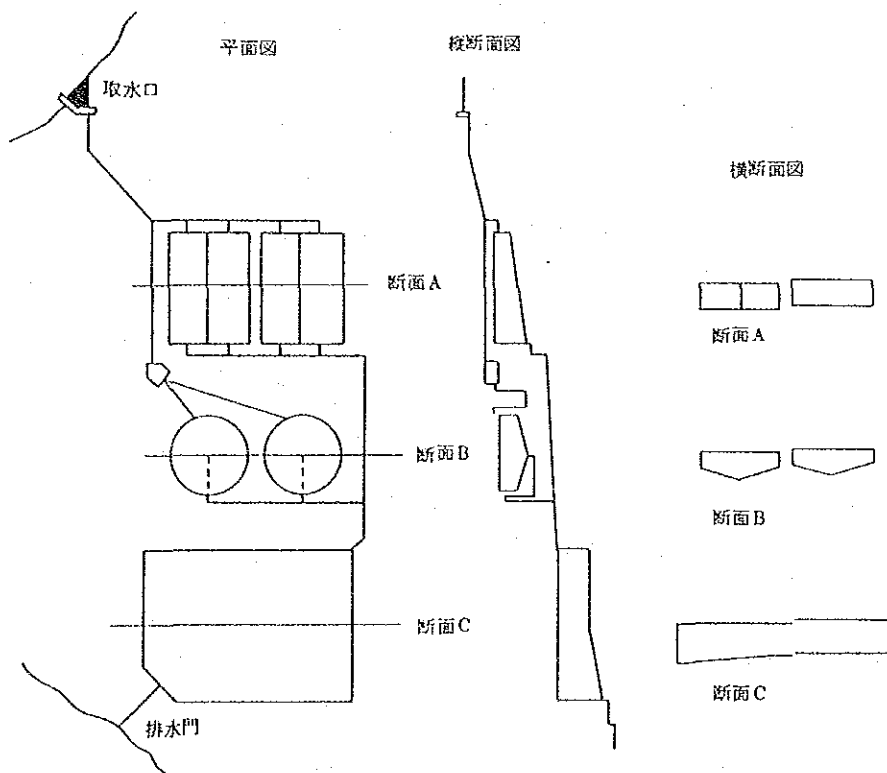
平面図での配置検討が出来上がったら、前述の縦横断測量図にそって、施設の縦横断図を作製する。

ここでは特に、

- イ、取水設備とその位置
- ロ、導水路構造
- ハ、沈澱池、余水吐の構造
- ニ、養殖池の給排水口の位置
- ホ、池底の勾配
- ヘ、排水路の構造

などの点に充分注意しながら検討する。

平面図と縦横断面図を基に最終的な設計図が完成すれば、あとはそれにそって、仕様書、必要資材明細書、労働力計算書を作製して見積書を検討すれば工事費が出てくる。養殖場の設計とは普通ここまでを言う場合が多い。図一に平面図と縦横断面図の例を挙げてみる。



図一 養殖、池の平面図、横断面図の一例

2. 養殖池の種類とその設計法

① 溜池型養殖池

ブラジルで養殖のための池と聞いて、まず頭に浮かぶのがこのせき止めの池だと思う。種々の点で養殖にとって理想的な池ではないが、既にこの型の池は無数に存在しているし、造成するのも簡単であるから最低限の改善を行えば使用はできる。図一2のa、b、cはそれぞれ、造りやすい地型の溜

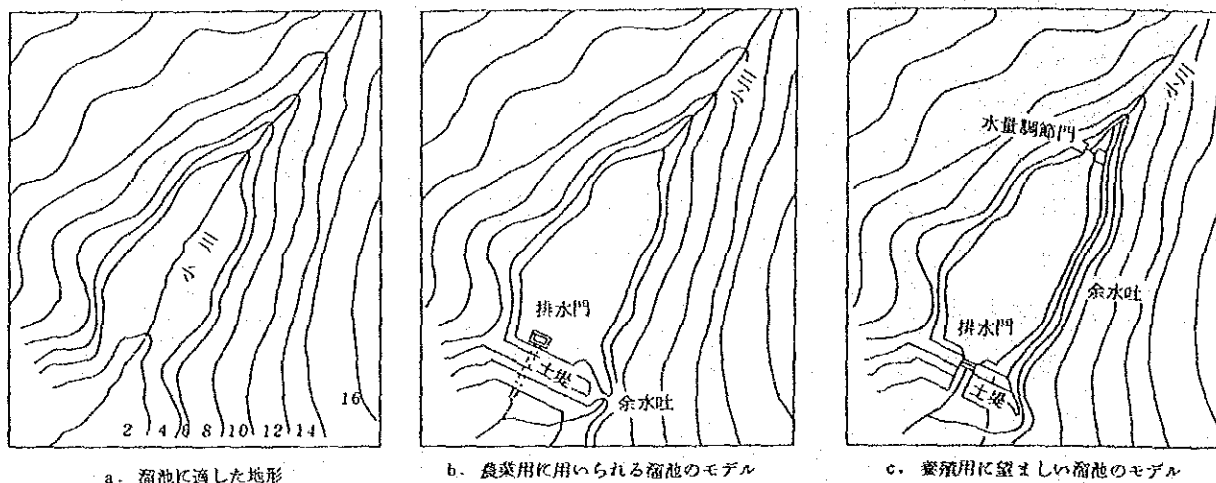


図2 溜池型養殖池の設計

池、普通の溜池、養魚池として必要な要素を組入れた場合とを現わしている。要するに普通溜池として造る場合、小川の水の流入を調節することは考えない。降雨時など増水した時のために平常時の排水門の他に余水吐 (ladrao) を必ず造って必要な排水量を確認している。それと、工事の際の利便さから排水門を旧小川の位置より高く土質の乾いた堅いところに造ることが多く、そのため必要がある時でも池の水を全て排水してしまいうことが出来ない。この二点が養殖池として使う場合に不都合な点となる。池を止水池として使用する場合、一番重要な事は池水の安全性である。そのため必要最低限の量以外は池に入らないようにしなければならない。特に出水時の水は大量の土砂、ゴミなどを流入させ、施肥などによって、せっかく造った水を流出させるという二重の損害をあたえる。それを防ぐため溜池の上流に堰を造り、溜池の外を迂回して必要量を排水できる余水吐水路を掘る必要がある。そうして池に流入する水量を調節する機能をもたせえておくことは上記の二点を防ぐだけでなく、魚の逃亡を防いだり、土堤の崩壊を防ぐためにも重要である。

排水門の位置が高くて池の水を完全に排水できないと、取上げ時などを利用して池の底を天日干しして清掃することが困難となり、池の底がヘドロ化しやすい。すくなくとも一年に一回は池を完全に干して、石灰を散布したり、必要に応じてトラクターで耕耘したり施肥したり出来ることが池の生産性を上げ、寿命をのばすために必要である。トライラなどの食害魚の有無などもその時確認できる。湿沼地 (brejo) 等に造った溜池では生産性の高い養殖池にはならないので釣堀として利用するぐらいが無理のないところである。

図-3に水量調節門の構造を、図-4に排水門の構造を説明した。魚の逃亡を防ぐために柵や網戸を設置することは言うまでもない。

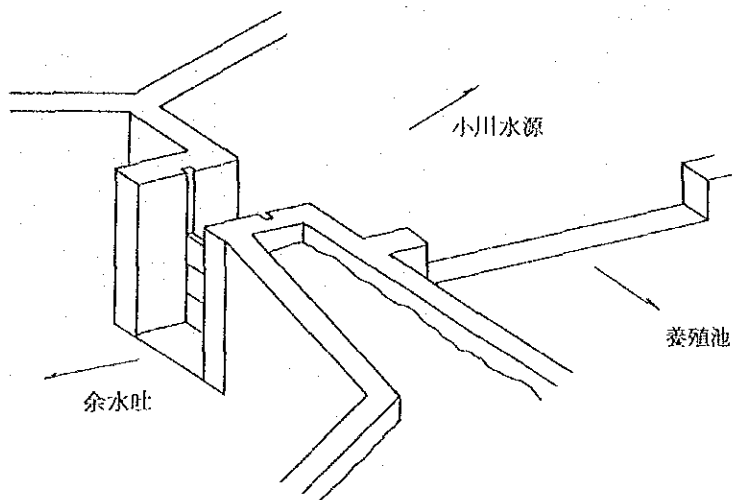


図-3 水量調節門

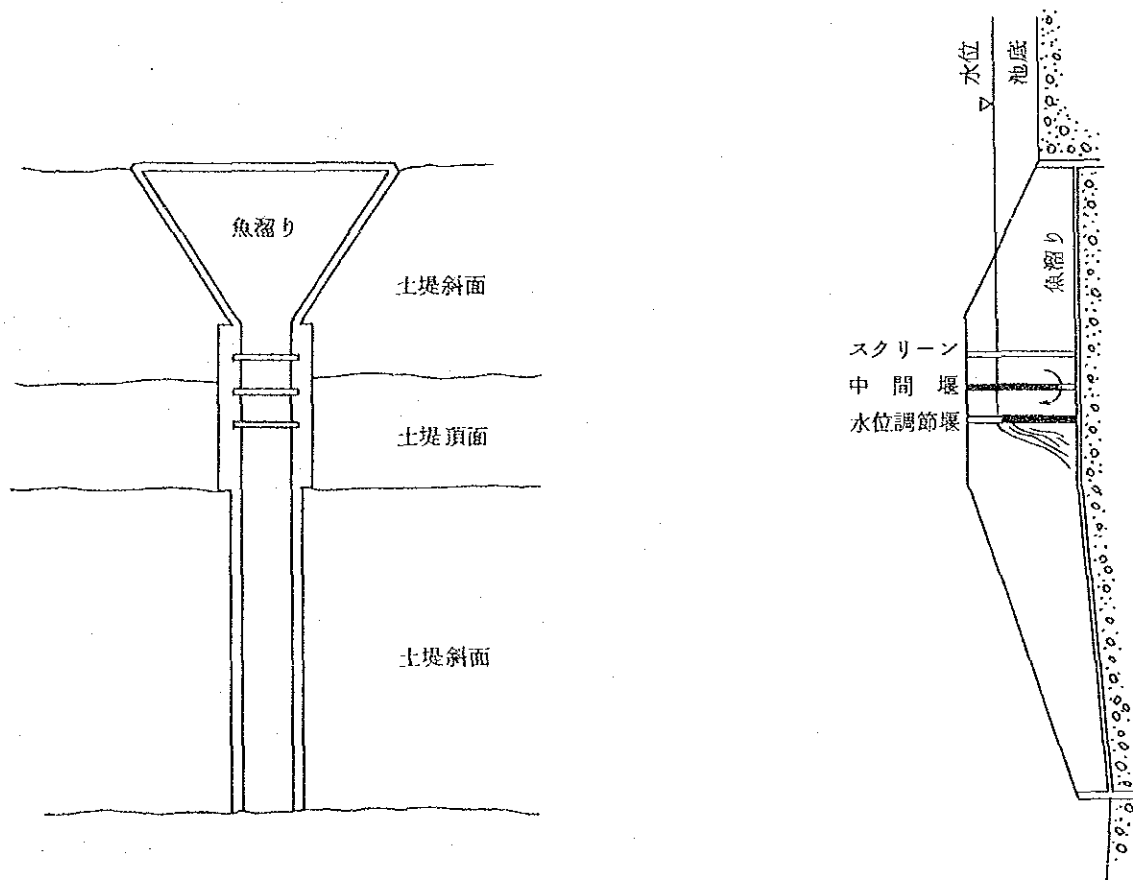


図-4 排水門

② その他の素掘り池

素掘り池とは、給排水口以外の池底、池壁をセメントその他で、被覆しないで裸のままの土で造った池で、止水式の池の大部分がこの形式である。コイ、その他の食用魚の養殖には数千から数万平米の池が造られるし金魚などの鑑賞魚の養殖、ティラピア等の種苗生産用などには数十からせいぜい二百平米止りのものもある。造池の基本は前述の溜池型のように小川等を堰止めて造るもの、地面を掘り下げて造るもの、輪中のように周りに土堤を盛上げて造るものがある。用水源の水の高さがゆるす限り、地面を掘り下げるより、土堤を盛上げて水面を高くした池の方が使い易い。この場合、土堤に必要な土の分だけ池底になる地面から掘り下げる方法が適切である。図-5はそれぞれの素掘り池を典型的に模式化してある。

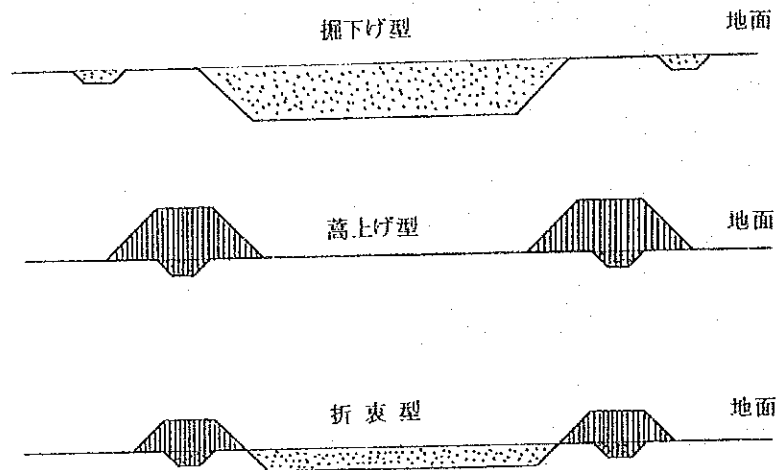


図-5 素掘り池の造成法三種

いずれの場合にも、重要なことは、池底面に一定の勾配をつけて排水時に排水がスムーズに行えるようにすると同時に魚を一カ所に集められるようにしておかなければならない。この場合排水口付近を一段低くして魚溜りというスペースを造っておくと便利である。池底の勾配は計算しながら順次掘り下げて造るもので、盛土をして勾配をつけたものは、水を溜めてしばらくすると地盤がゆるんで、低い方へ移動しへドロ化し易いので厳禁である。

養殖する魚によっては壁面、特に角のある池ではその角から降雨時に逃亡するものがある（ウナギ、ドジョウ）、壁面にそった浅い場所を掘って巣を造り、それが池壁の崩壊を招く場合もある（ティラピア、ブラックバス）。従ってこれらの魚種の場合はそのための護岸を考える必要がある。

養殖した魚を選別したり、取上げたりする場合、池壁は垂直であった方が作業しやすい。この場合も土だけでは垂直な壁面は造れないので護岸する必要がある。

小型の池では問題は少ないが、池が大型になると風によって起される養殖池水面の波が壁面に当たって、これが崩壊を招くことがある。この場合も護岸しなければならない。

③ 護岸工事の方法と材料

素掘り池は護岸した池よりも建設費は安くてすむが、前述のような様々な要因から崩れやすく、

又管理作業に不便で、かつ外敵（蛇など）の侵入が容易である。事業全体の経費計算をすると護岸をした方が有利な場合が多い。

護岸の最大の目的は、湛水した用水の漏水を防ぐことではなく、あくまで池壁の崩壊倒壊を防止することであるから、問題は池の内面からの水圧ではなく、壁面の外からうける外圧、土圧なのだとすることを忘れてはならない。

池を構成している土質の重量特性、息角（土の各粒と粒との間に存在する摩擦によってその粒が崩れおちるのを防ぎ得る最大角度）耐水性（洗堀を起されない最大流速）などを充分把握して、それぞれの場合に応じて現場で手に入りやすい、工事のしやすい材料を選べばよい。現在使用されている護岸のための材料には板、棒杭、玉石、割石、モルタル、コンクリートなどがある。

図-6 に種々の材料による護岸方を模式化してある。

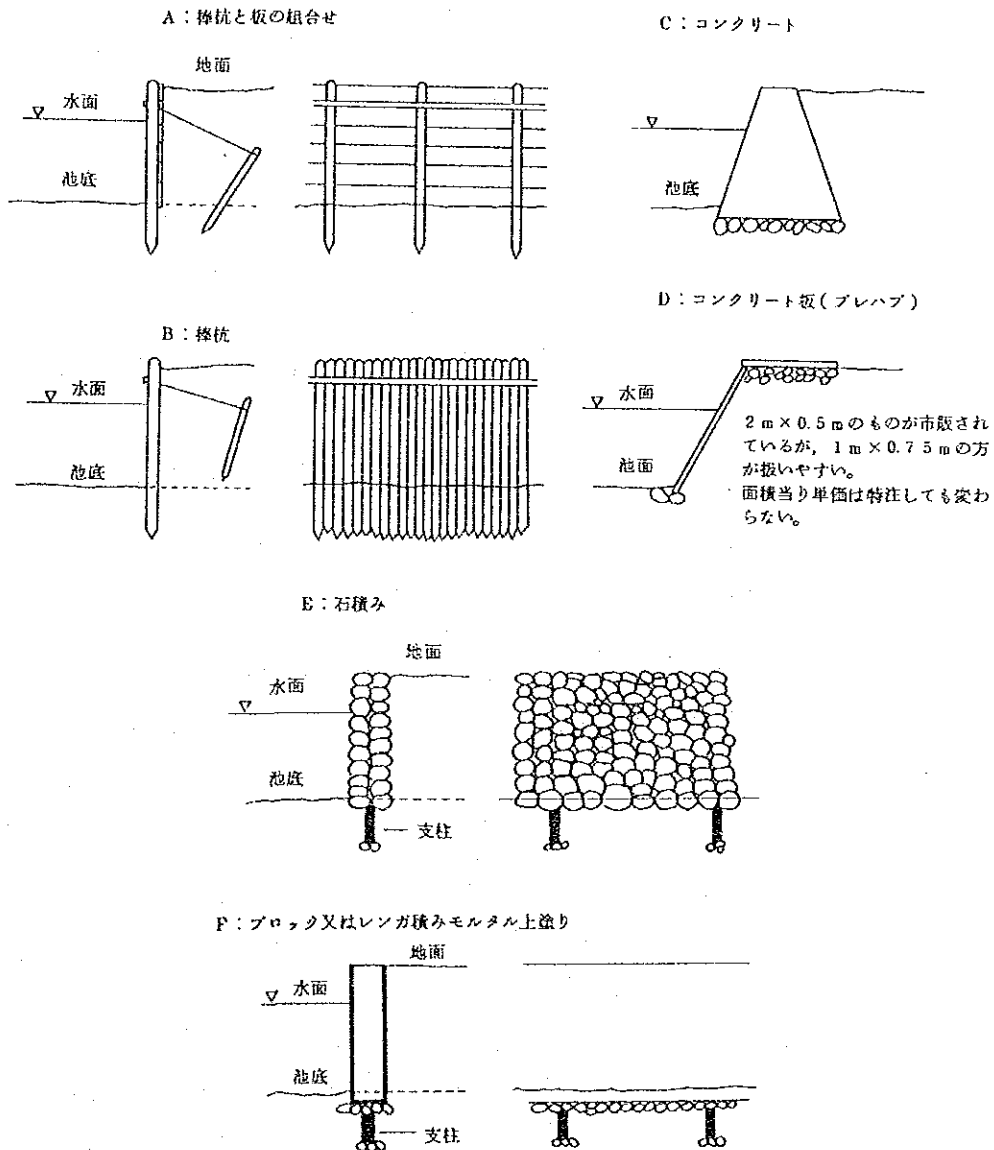


図-6 材料別護岸方法のモデル

ブラジルでもっとも手に入り易く、又仕事もしやすい護岸材料として、レンガ (Tejolo)がある。比較的安い労賃で熟練工を雇えるし、材料費も決して高くない。よく焼かれていないものは水中で崩れてしまう恐れがあるのでその点だけ、よく注意して使う。レンガ二つをたたき合せてみて、澄んだ金属音に近い音のするものが良い。

掘下げて造池する場合は漏水の心配は少ないが、土堤を築いて造る場合は、旧地面と盛土した部分の間からの漏水が大きな問題となる。図-7に土堤の造り方の要領を説明したが、これは前項の溜池型の築堤と同様である。

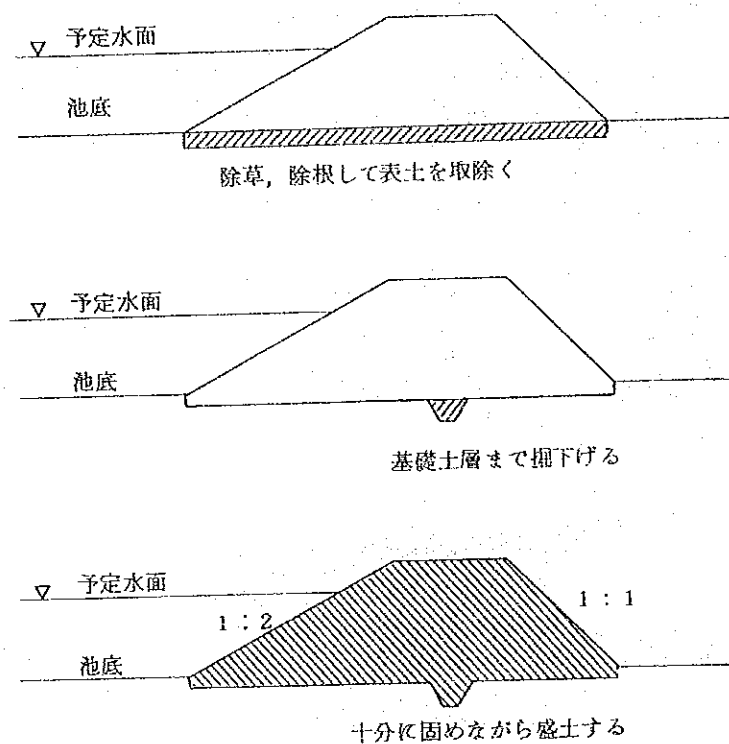


図-7 土堤の盛土の手順

要は、旧地面の接触面を大きくするとともに植物の根などが腐って、水もれの原因になるのをふせぐため、鋼と称する部分の掘下げと保水性のある土での客土さえ忘れなければ、問題は少ない。

④ 流水池

流水池は、常時、相当の水量が相当の水流で動いているので、よほど土質のしっかりしている場合を除いて、壁面、池底面ともに被覆する。その場合の材料も前述の護岸材料全てが考えられるが、やはり一番仕事のしやすいのは、レンガである。積木細工のようにどんな形にでも応用が効くし、いつでも、どこでも手に入る。材料費も総コンクリート製にするより、ずっと安上りである。

流水池の形態は大きく丸型（八角、正六角型を含む）、角型（長六角型、水路型を含む）不定形型の三つに分けられる。不定形型は大量の水を低落差で必要とする場合に、河川の引込み迂回路として造るものでコイの流水養殖によく見られる。但し、河川に隣接した高低差のない土地以外は、むつかしく又、洪水の心配のあるところでは無理がある。丸型と角型の根本的な相違は、後者の場

合、用水が一方から注水され、直線あるいは放物線状に他方へ流れ、注水口と正反対の一方から排水されるのに対して、丸型は外周壁にそって真直ぐに垂直に注水され、渦巻状に流れて池の中心部から排水される。図-8は各型池の基本型であり、表-15にそれぞれの特質を比べてみた。

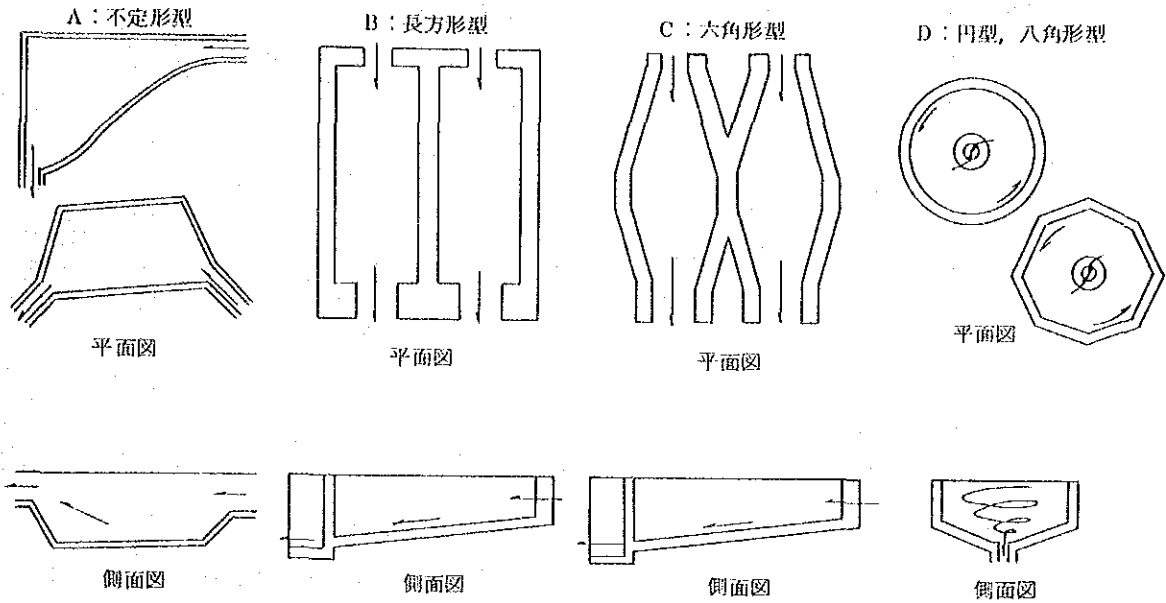


図-8 流水池の種類別略図(矢印は水の流れの方向)

表-15 流水池の形状別、長所、短所

	不定形	長方形	長六角形 (亀甲形)	円形 (八角形)
長所	<ul style="list-style-type: none"> 土地の形状をそのまま利用できる。 水路の延長を担当分節約できる 土地の有効利用度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 造りやすい 池の配置がしやすい 池換え時の魚の移動がしやすい 土地の有効利用度が割合高い 	<ul style="list-style-type: none"> 用水の有効利用度が高い 池換え時の清掃がしやすい 残餌などがたまりにくい 池壁が倒壊しにくい 	<ul style="list-style-type: none"> 用水の有効利用度が非常に高い 残餌などがたまりにくい 池中の流速を高めることができる。 排水しやすい
短所	<ul style="list-style-type: none"> 用水の有効利用度が低い 残餌などが一ヶ所から数ヶ所にたまりやすい 池換えなどで魚の移動も清掃もしにくい 	<ul style="list-style-type: none"> 用水の流れによどみが出やすく、残餌などが四隅にたまりやすい 魚カスしやすい 池壁が倒壊しやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 土地のロスがやや大きい 施工がややしにくく、慣れないといびつになりやすい 	<ul style="list-style-type: none"> 土地のロスが非常に大きくなる 池換え時の魚の移動がややしにくい 施工費がやや高い

適しており、日常作業、特に選別、取上げの頻度の高い場合は角型が便利である。いずれの場合も水が停滞することのないように留意することが肝心である。

3. 水路の設計

① 用水の取水方法

用水の取水に当って留意しなければならない点は

- イ. 常時、必要量を確実に取水できること。
- ロ. 枯葉、土砂、塵芥など異物が流入しないこと。
- ハ. 取水量の調節が可能であること。
- ニ. 出水時（増水時）にその影響を直接受けしないこと。
- ホ. 操作、管理が簡便であること。

などが挙げられる。

取水源としては、湧水、伏流水、地下水などもあるが、普通河川水が一般的である。その場合、河川を横断する堰堤を作って、水面をある程度嵩上げして、岸面に設置した水門から取水する。場合によっては河川床や、河川に平行した低地に集水管を埋没して取水する場合もあるが基本的には同じ原理である。取水する位置の選定は最も重要であって、この決定の良否によって以後の作業や安全性は大幅に影響される。一般に蛇行している場合は凸側の下流部、滝などがある場合は滝のすぐ上から取水するべきである。直流する河の場合は、河の流れの方向に直角か、いくらか上流側に傾めに掘り込んで、その奥に取水門を設ける。いずれの場合も河川の水流圧を直接受けることのない場所を選ぶ。堰堤と取水門がある場合、堰堤の方をいくらか弱く作っておく。いざ洪水などで、どちらかがもっていかれるという時に堰の方をもっていかれた方が後の作業や手当が楽である。取水門はしっかり作っておかないと、許容量を越える水量が養殖場に入り込み被害の出る場所を広範囲にし、尚且つ被害そのものも甚大にするし、逆にまったく、取水出来ない状態になりかねないのに対して、堰が破壊されても出水時は充分すぎる程水位が高いのだから必要量の水を確保するには普通心配ない。むしろ堰がもっていかれることによって水位が下がり、取水門にかかる水圧を取除くことが出来る。もちろん、どちらも破壊されない場所と構造を選ぶに越したことはない。図-9は取水する場所を、図-10は取水門の構造を表している。

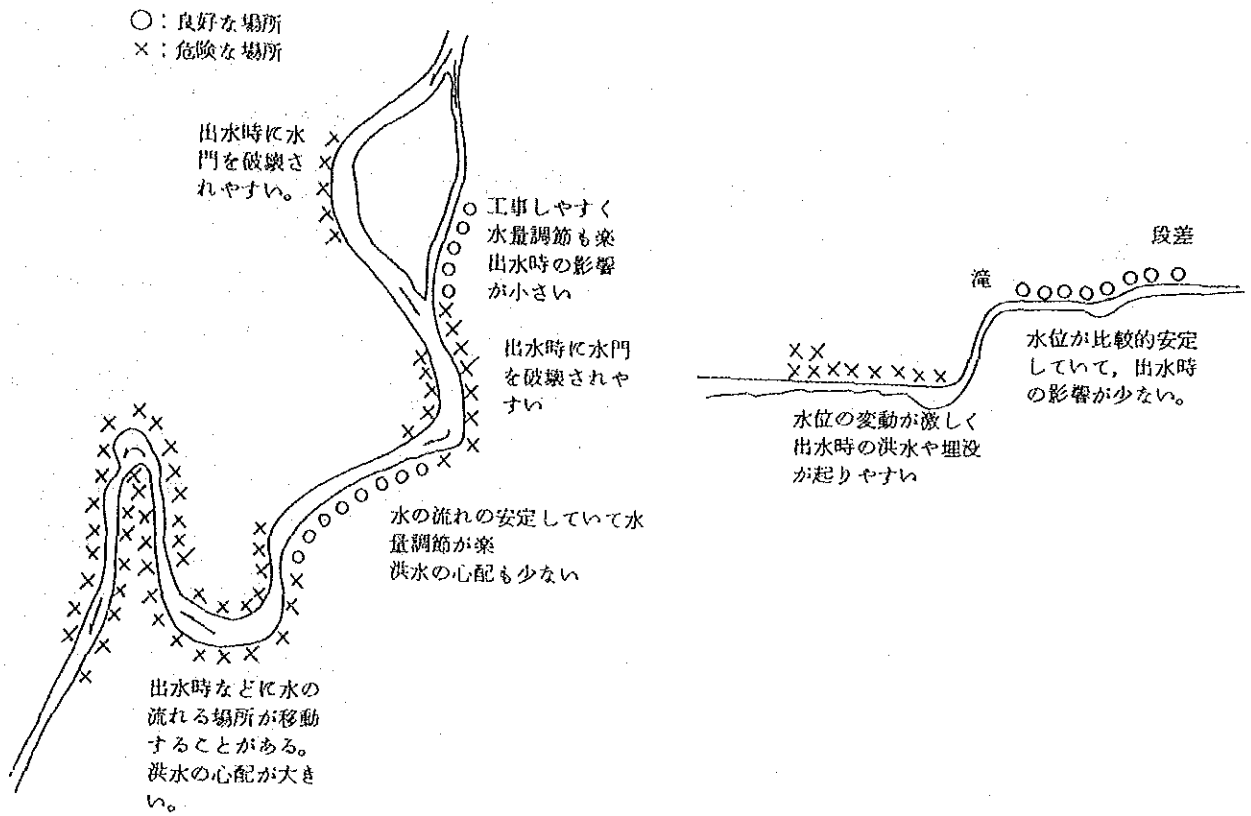


図-9 取水の場所の選定

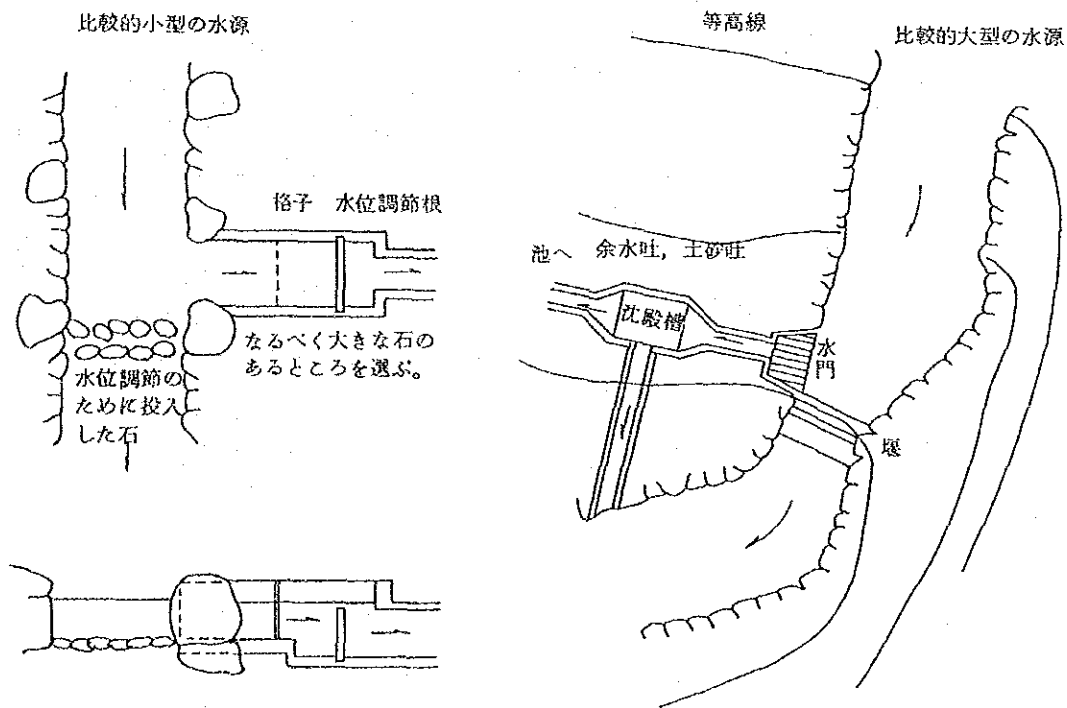


図-10 取水門

② 沈澱設備と余水吐

取水された水は（特に河川水を取水門で取水した場合）浮遊する枯葉などのゴミや砂や小砂利を含んでおり、養殖池に導水する前に、これを除去する必要がある。取水門そのものにこれらを取除く構造をもたせることも充分可能ではあるが、日常の管理作業中、離れた場所にある水門の点検は忘れられやすく、特に出水時は降雨の最中でもあり水門の清掃は危険をとめないやすい。従って水門では大きなゴミや水路を破壊する可能性のある石などを取除くのみにして、なるべく日常管理の動線の近くでゴミや砂を取除くための施設を設ける。止水池等で少量の水を使用する場合は、簡単な構造のもので充分であるが、流水養殖を行う場合は水量が多いのでしっかりしたものを特別に造る方がいい。

余水吐は水量調節のための一種のショックアブソーバーで水量、流速を整えたり取水門で調節し得なかった（出水時に）余分の水が池の方へ行かないようにするためのもので、基本的には取水門に連続させて造るのであるが、これも地形のゆるす限り、日常管理動線から離れないようにした方がいい。図-11-Aは余水吐と沈澱装置、図11-Bはゴミ取り装置をまとめた施設を表している。

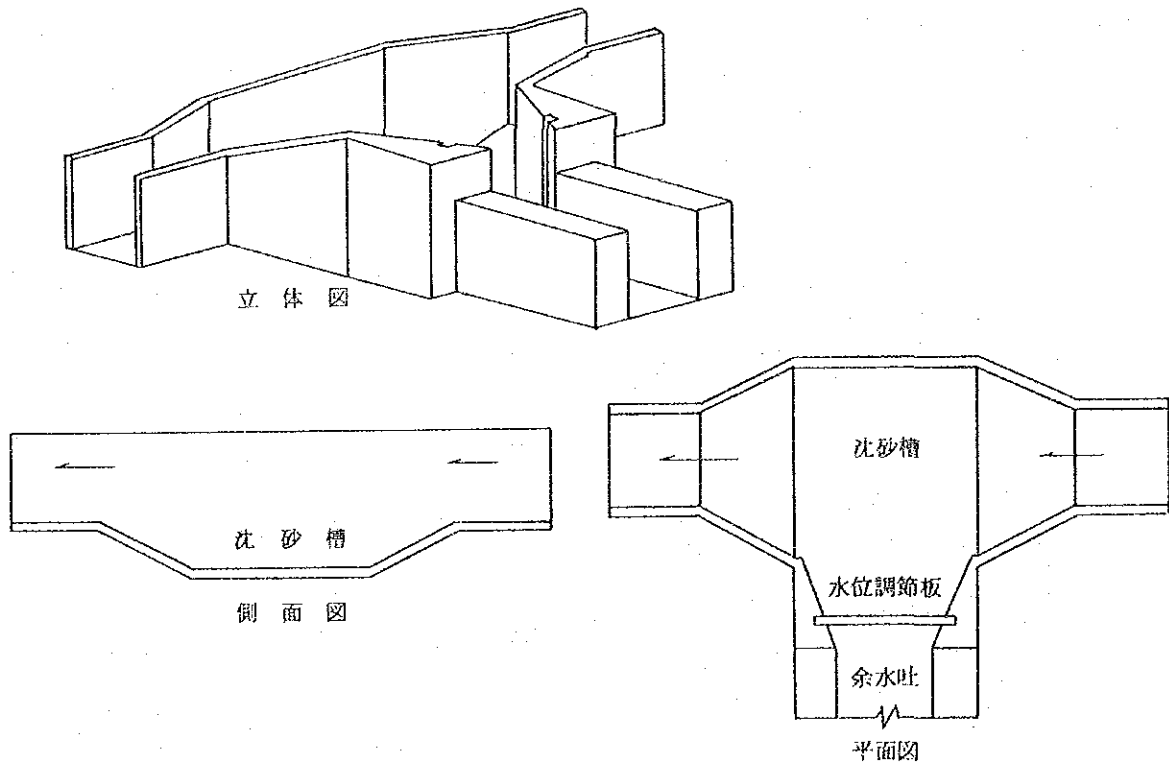
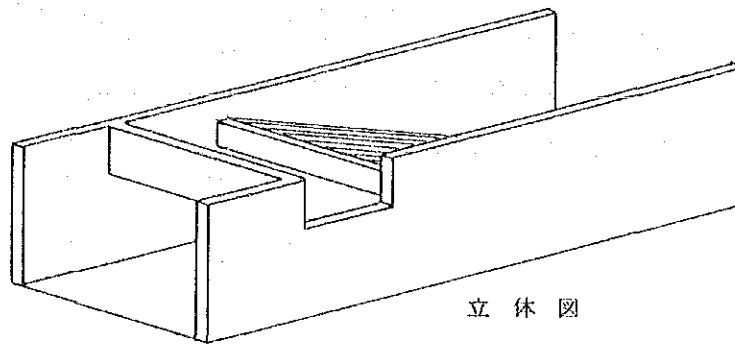
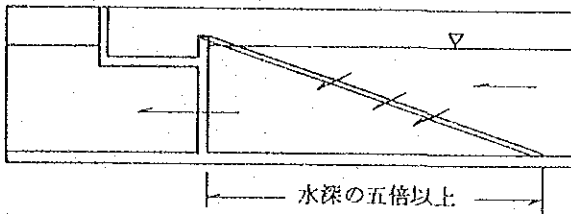


図-11-A 余水吐，沈砂槽



立体図

側面図



平面図

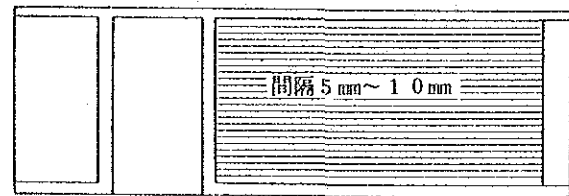


図-11-B ゴミ取り装置

③ 導水路

取水門と養殖池を結ぶ水路が導水路であり、素掘りの溝のようなものから、コンクリート製ヒューム管を埋設するものまで種々の方法が考えられる。特に流水養殖の場合、取水する位置と養殖池が離れていることが多く、しっかりしたものを造っておかないと予期せぬ事態をひき起す。水温を低く保ったり、地上部が他に利用される場合などを除いて開渠の方が安上りであつ管理もしやすい。水持ちのいい固い土壌であれば直線は出来るだけ素掘りにするが、流れが速い場合や、水流が曲がる場所では充分な浸食対策が必要である。そのための材料は護岸材料に準じる。水を繰返し使用する場合は池と池の間で充分瀑気出来るような構造にする。管理路などを横切る場合はU字管システムで埋設する。主水路から枝水路を分岐させたり、水路から複数の池に注水する場合は角をとっておかないと渦流や偏流が生じて水量調節がしにくくなる。

④ 注水口

注水口は、注水量の調節、ゴミ等の流入防止、魚の逃亡防止の三つの機能を要求される。魚種によっては相当の落差も跳んだり、よじ登ったりして上流へ向おうとするので注意が必要だ。小型の止水池などでは水道用の配管と蛇口で充分な場合があるが、大型の池の場合、ほとんど開放型が多い。ブラジルでは手に入りやすく配管もしやすいPVCの排水用管が口径も大小用意されており利用できる。特に円型の流水池では管を使う方が水流を造りやすいので有利である。図-12に注水口のモデルを示した。

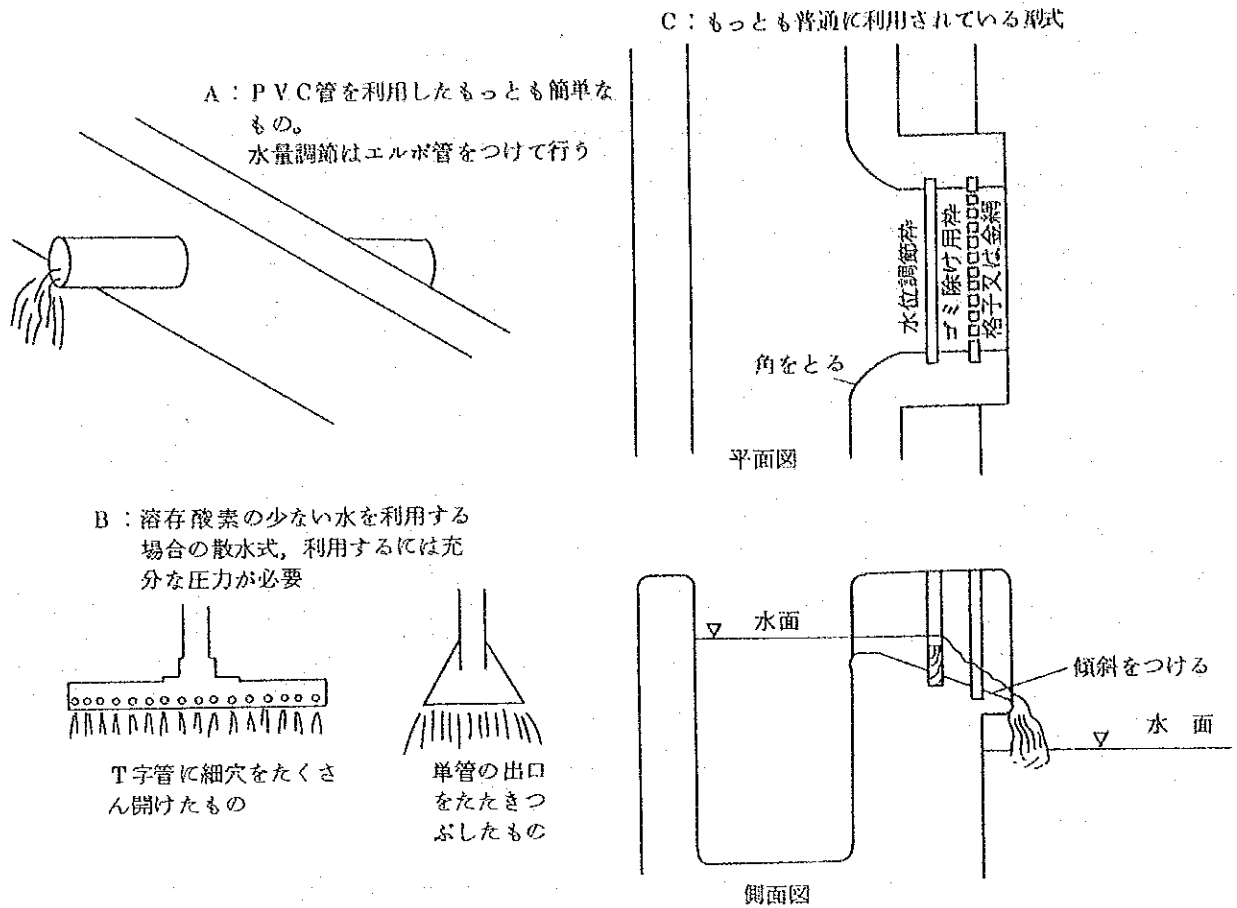


図-12 注水口

⑤ 排水口

排水口は養殖池の水位（水深）の調節、過剰水の排水、池水の排水、魚の逃亡防止の四つの機能をもつ。過剰水の排水は流入水量対策の他大型の池では降雨による水量も無視出来ない。状況によって池の表層又は底層から排水出来るような構造にしておく。池水の排水とは取上げ時や池の清掃の時などに全水排水出来ることをいう。状況とコストのゆるす限り大きな排水口を造ることが、この池水の排水をスムーズに行うためには良いが、一方で止水池の場合、この排水口からの漏水が問題になりやすい。この場合も小型の止水池などではPVCの排水用管を利用するのが便利である。図-13のAは標準型の、Bでは円型池の場合の、Cでは小規模池でのPVC管利用の排水口を示した。

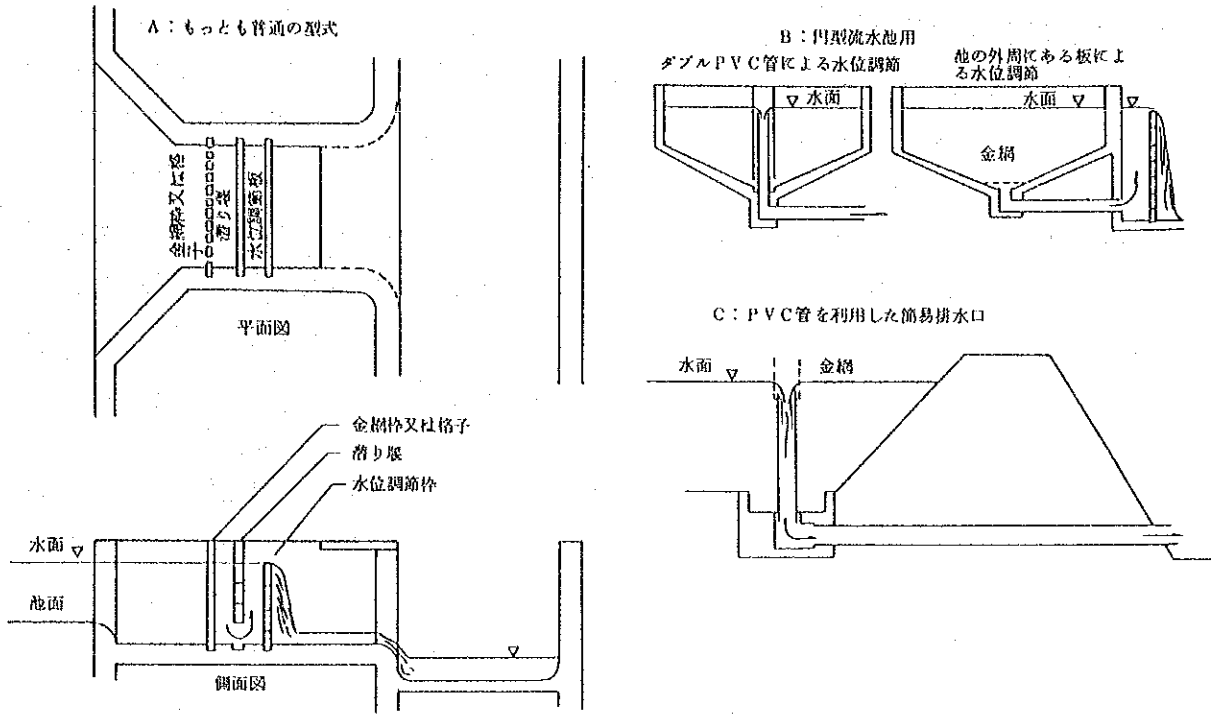


図 - 1 3 排 水 口

場合によっては、排水口の後背部に小型のプールの造って排水時に魚をそこに集めるようにしたり、池内部の魚溜りと排水とをひとつの施設として造っておくと取上げ作業が楽になる。図-14に示した。

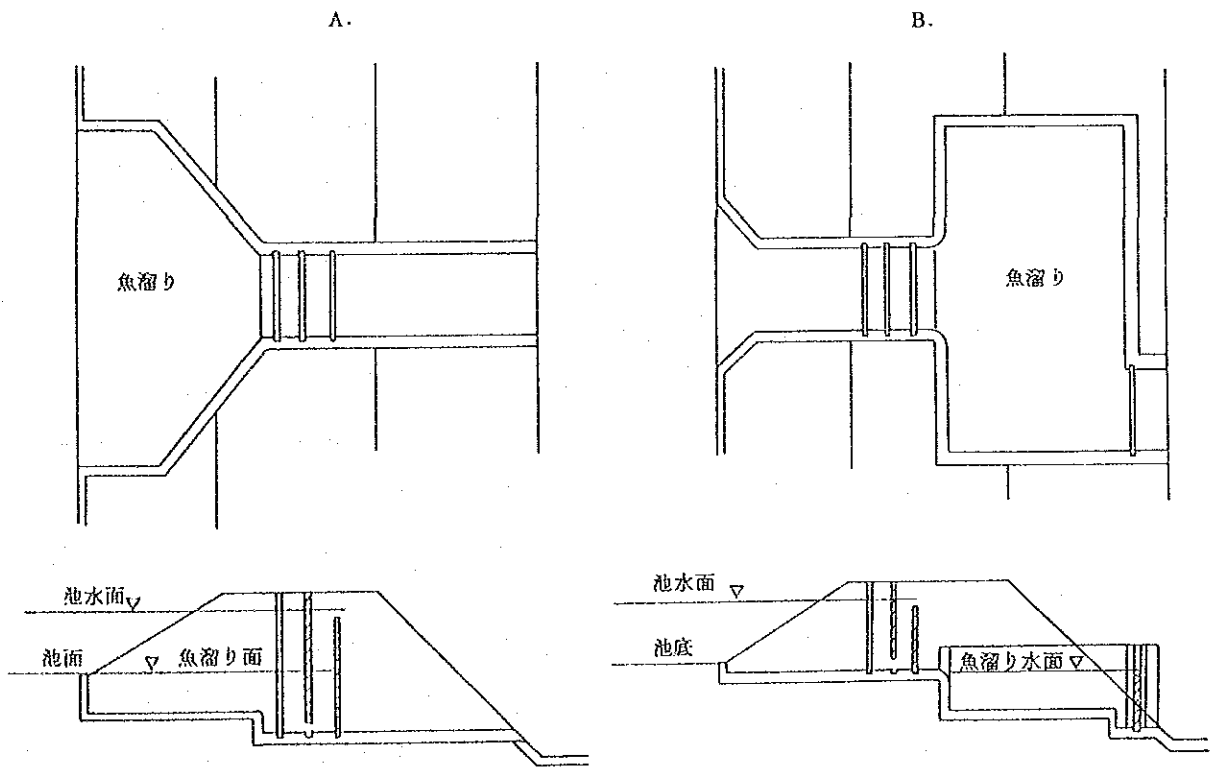


図 - 1 4 魚溜り付排水口：A、B