鯨　研　通　信

第377号　1989年11月

財団法人 日本鯨類研究所　〒104 東京都中央区豊海町4番18号 東京水産ビル　電話 03 (536) 6521 (代表)

幾何確率と生物調査

日本鯨類研究所　多　賀　保　志

幾何図形に関する確率的な問題を扱うのが幾何確率であり、有名な「ビュッフォンの針」の問題は幾何確率の始まりとみられる。以後その問題は一般的に拡張されて「積分幾何学」という分野となり、種々の実際的な問題に応用されるようになった。ここでは、その概要と生物調査への応用について述べてみたい。

まず「ビュッフォンの針」の問題は、「一定の間隔hで平行な直線が多く引かれている平面上へ、長さℓの針をランダムに落したとき、その針がどれかの直線と交わる確率pを求めよ」ということで、針の長さℓが平行線の間隔hより小さいとき（$\ell \leq h$）、求める確率pは、

$$p=\frac{2\ell}{\pi h}\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

となることが示されている。

林知己夫氏は、ある地域に生息する動物集団の個体数Nを推定する場面に、「ビュッフォンの針」の問題を応用した（林〔1〕参照）。冬期雪の積もった上に新しくつけられた動物の足跡を「ビュッフォンの針」とみて、足跡の長さの総延長Lを推定し、それをその動物の平均走行距離λでわると、動物の総数Nが推定される、という方法である。第1図に示した領域A内に、N本の足跡（直線的な）があって、それらの長さをℓ_1、ℓ_2、…、ℓ_Nとし、それらの和（足跡の総延長）をLとする。領域A内で、1つの方向をランダムに定め、それと平行に何本かの直線を引いて、それらの直線と足跡との交点の総数をYとする。ここで、曲線の長さLの推定量$\hat{L}$として、

$$\hat{L}=\frac{1}{2}\pi hY\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

を採用すると、これはLに対して偏りのない推定値となることが示される。何となれば、i番目の足跡が平行線のいずれかと交わる確率p_iは、(1)式より

$$p_i=\frac{2\ell_i}{\pi h},\ (\ell_i \leq h)\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

となるので、交点数Yの期待値が

$$E\{Y\}=p_1+p_2+\cdots+p_N=\frac{2L}{\pi h}\cdots\cdots(4)$$

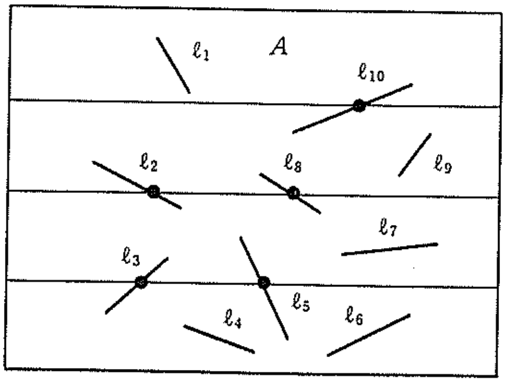
$$L=\ell_1+\ell_2+\cdots+\ell_N$$

となり、両辺に$\pi h/2$をかけて、Lの推定値$\hat{L}$がえられる。

そこで、この$\hat{L}$を、動物が一夜の間に動く平均走行距離$\lambda=L/N$でわると、動物の総数Nの推定値として、

$$\hat{N}=\hat{L}/\lambda=\frac{\pi h}{2\lambda}Y\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

第1図　ビュッフォンの針の応用



$L=\ell_1+\ell_2+\cdots+\ell_{10}$（足跡の総延長）

$Y=5$（交点数）

がえられることになる。

実際には、つぎのような問題点が上げられる。

a） 足跡は一般に曲線であり、各足跡の長さが平行線の間隔hより短かいという保証はない。

b） 広大な原野上に、どのように平行線を引き、足跡との交点数を求めるか。

c） 足跡の長さの全平均λをどのように求めるか。

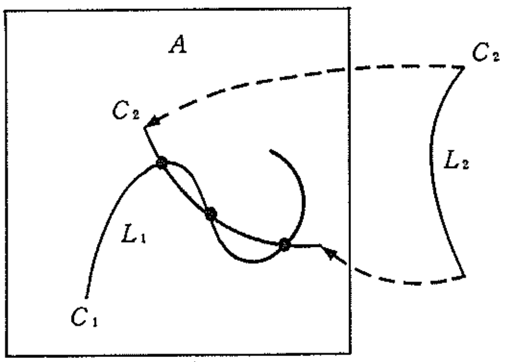
a）については、ビュッフォンの針の問題を一般化することにより、足跡が曲線（長さがhより長くてもよい）である場合にも適用することができる（多賀〔2〕参照)。

b）については、ランダムに指定された方向にヘリコプターを飛ばせ、一定間隔で往復させながら、地上の写真を撮影する。ただし、ヘリコプターの対地高度や対地飛行速度などについての技術的な問題については、林・多賀〔3〕に詳細に述べられているので参照されたい。

c）一夜の間における動物の走行距離λは種類によって異なるが、従来の経験により知られている値を採用しておく(たとえばノウサギについてはほぼ1.5kmである)。

さて、平行線（直線）の代りに曲線を用いたらどうなるだろうか。それには、ビュッフォンの針を一般化したポアンカレーの定理が、それに対する回答を与えてくれる。それを要約して述べてみると（第2図参照)、「領域A（その面積T）内に曲線C_1（長さL_1）

第2図 ポアンカレーの定理



$Y=3$(交点数)

が固定されており、そこへ曲線C_2（長さL_2）をA内へランダムに落としたとする（位置と方向について一様ランダムに)。そのとき、曲線C_1とC_2との交点数をYとすると、その期待値は次式で与えられる。

$$E\{Y\}=\frac{2L_1L_2}{\pi T} \cdots\cdots(6)$$

ここで、πは円周率である。」

実際には、曲線C_2として半径rの円をとり、その中心を領域A内にランダムに落とすのが便利であろう。すると、$L_2=2\pi r$であるから、(6)式はつぎのように書き直される。

$$E\{Y\}=4rL/T,\ (L:C_1\text{の長さ}) \cdots\cdots(7)$$

ただし、曲線C_1上のどの点も、領域Aの周囲からr以上の距離をへだたっているようにしておく必要がある。

いま、半径rの円をm回くりかえして領域A内に落として、曲線C_1との交点数を$Y_1,\ Y_2,\ \cdots,\ Y_m$とし、その平均を$\overline{Y}$とする。

$$\overline{Y}=(Y_1+Y_2+\cdots+Y_m)/m \cdots\cdots(8)$$

すると、mが十分大きくなると、$\overline{Y}$は次第にYの期待値$E\{Y\}=4rL/T$に近づいてゆく（確率論における大数の弱法則)。したがって、十分大きなmに対して、

$$\overline{Y}\fallingdotseq\frac{4rL}{T} \cdots\cdots(9)$$

という関係が近似的に成り立つので、曲線の長さLの推定量$\hat{L}$として、

$$\hat{L}=\frac{T}{4r}\overline{Y} \cdots\cdots(10)$$

を採用するとよいことがわかる。すると、$\hat{L}$はLの不偏推定量であり、その分散（Lのまわりにおける$\hat{L}$のばらつき度）を求めることもできる（多賀〔4〕参照)。

例として、第3図に示される領域A（$T=25\times20=500\text{cm}^2$）の中に、長さ$L=46.0$（cm）の曲線$C$（房総半島を模した曲線）を描き、半径$r=3$（cm）の円を30個ランダムに落したところ、それらの円と曲線Cとの交点数の平均は、$\overline{Y}=36/30$となった。そこで(10)式より$\hat{L}$を求めると

$$\hat{L}=\frac{500}{4\times3}\times\frac{36}{30}=50.0\ (\text{cm})$$

となり、Lに対する$\hat{L}$の相対誤差は、

$$|\hat{L}-L|/L=4.0/46=0.087$$

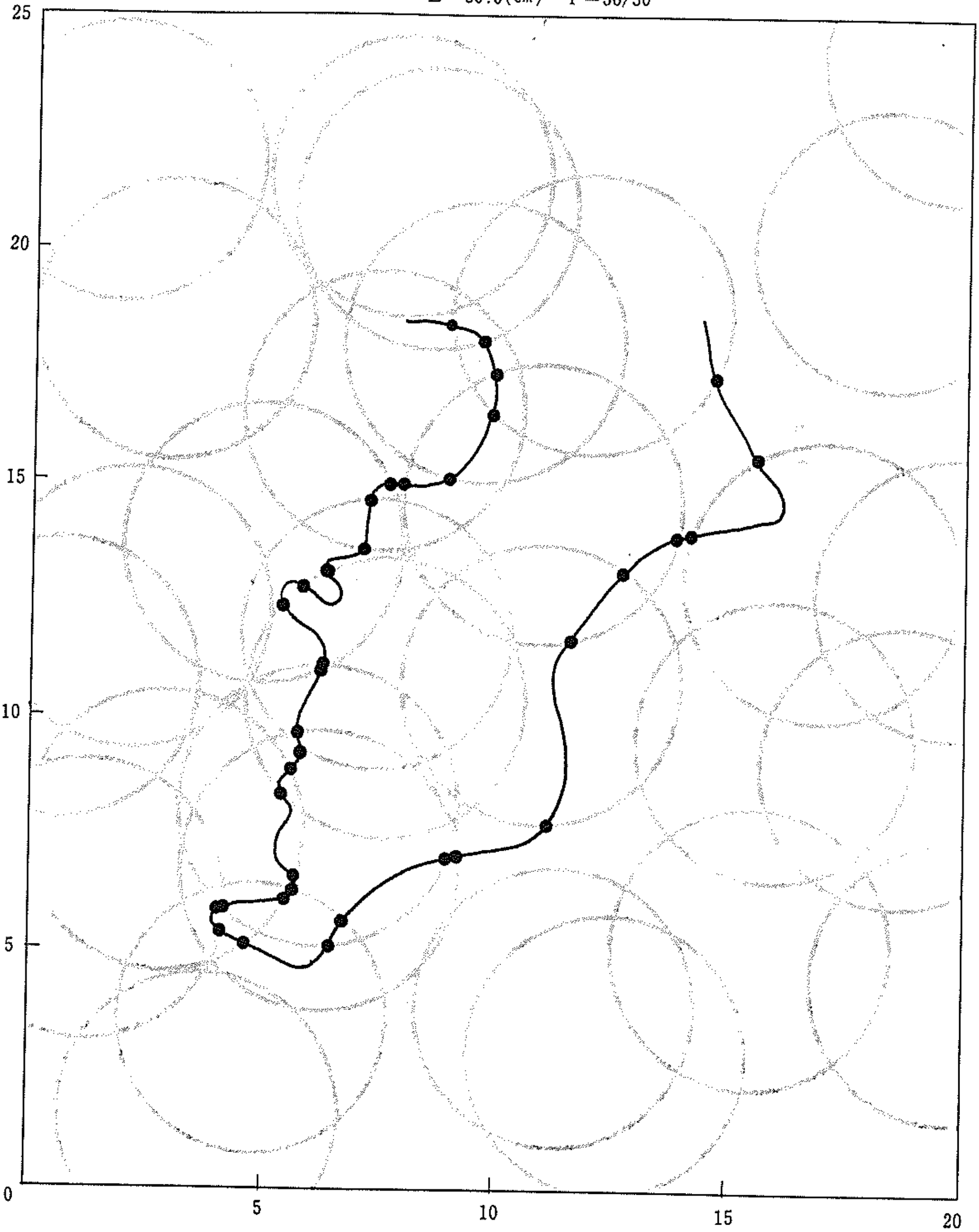
となるので、$\hat{L}$はかなり良い推定値を与えている。

上に述べた事柄は、N本の曲線$C_1,\ C_2,\ \cdots,\ C_N$がある場合にも、全く同様に成り立つ。つまり、それらの曲線をつなげて1本の曲線（長さL）にして、その長さLを(10)の$\hat{L}$で推定するのと、もとのN本の曲線があってそれらの長さの和Lを推定するのと，本質的な差がないことは思考実験で容易にわかる。そこで、i番目の円とN本の曲線の交点の総数をY_iとする

第３図　曲線の長さを測る

$L = 4.60(\mathrm{cm})$　$r = 3.0(\mathrm{cm})$　$m = 30$

$\hat{L} = 50.0(\mathrm{cm})$　$\bar{Y} = 36/30$



と、N本の曲線の長さの和Lの推定量として、

$$\hat{L} = \frac{T}{4r}\overline{Y} \quad \cdots\cdots(11)$$

ここで$\overline{Y}=(Y_1+Y_2\cdots+Y_m)/m$

を採用すれば良い。

このように、円をランダムに落として推定を行う方法を、「輪投げ方式」とよぶことにしよう。輪投げ方式によると、曲線との交点数Yから曲線の長さLを推定できると同時に、以下に述べるように曲線の本数Nの推定も可能となる。すなわち、曲線の端点は全部で$2N$個あるが、輪投げをm回行ったとき、それぞれの円の中にふくまれる端点の個数をX_1, X_2, $\cdots$, X_mとしよう。半径rの円の面積はπr^2であるから、面積Tの領域A内に1つの円をランダムに落したとき、1つの端点がその円内にふくまれる確率qは、

$$q = \pi r^2/T \quad \cdots\cdots(12)$$

である。したがって、第i番の円内にふくまれる端点の数X_iの期待値は、

$$E\{X_i\}=2Nq=2\pi r^2N/T \quad \cdots(13)$$

となる($i=1, 2, \cdots, m$)。

したがって、曲線の本数Nの推定量として

$$\hat{N} = \frac{T}{2\pi r^2}\overline{X} \quad \cdots\cdots(14)$$

ここで$\overline{X}=(X_1+X_2+\cdots+X_m)/m$

を採用すれば、それはNの不偏推定量となることがわかる。

したがって、m個の円をランダムに投げると、(10)のLによってN本の曲線の長さの和Lが推定されるとともに、(14)の$\hat{N}$によってNの推定も可能となる。よって曲線の平均長λの推定量として、

$$\hat{\lambda} = L/\hat{N} = \frac{\pi r}{2}\frac{\overline{Y}}{\overline{X}} \quad \cdots\cdots(15)$$

を採用するとよい。ただし、これは$\overline{Y}/\overline{X}$という比推定の形をしているから、不偏推定量とはならないが、mが十分大きければ、$\hat{\lambda}$のλに対する偏りはあまり気にしなくてよい。

このような輪投げのシュミレーション実験をつぎのように行ってみた。まず、$L=25$(cm)の針金を5本に切り分け、適当に曲げて面積$T=15\times22=330$ (cm²)の矩形上に配置し、半径$r=3$ (cm)の円を30回その矩形内に描いて、曲線群との交点数の和$Y=28$および端点数の和$X=27$をえた。これより$\hat{L}$と$\hat{N}$を求めたところ

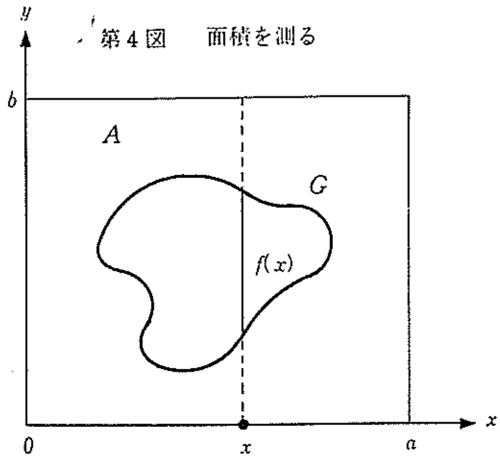
$\hat{L}=25.67$ (cm), $\hat{N}=5.25$

となり、これより曲線の平均長λの推定値として

$\hat{\lambda}=25.67/5.25=4.89$ (cm)

がえられた。これらの推定値を、$L=25.0$, $N=5$, $\lambda=5.0$と比較すると、きわめて良い推定値となっている(多賀〔4〕参照)。

第4図　面積を測る



最後に、ある海域(たとえば東京湾)内に発生した赤潮全体の面積Sを推定する問題を考えてみよう。第4図に示した矩形領域A ($a\times b$ km²)の中に、閉曲線で囲まれた図形G (赤潮の広がっている範囲で面積Skm²)が含まれているとする。いま矩形領域の一辺(長さa)の上でランダムに1つの点xをとり、その点を通って他の一辺に平行な直線を引いたとき、図形Gの中にふくまれるその直線の部分(いくつかの線分)の長さの和を$f(x)$とする——実際その直線に沿って船を走らせるとき赤潮部分を通過した距離を$f(x)$と考えればよい。

さて、点xが長さaの線分上でランダムにえらばれるから、xの動きに伴って$f(x)$も変動するので、$f(x)$を平均化して期待値を求めると、

$$E\{f(x)\}=\int_0^a f(x)\frac{dx}{a}=\frac{S}{a} \quad \cdots\cdots(16)$$

(Sは図形Gの面積)

となる。したがって、長さaの矩形の辺上にm個の点x_1, x_2, $\cdots$, x_mをランダムにえらんで、それらの点に対応する$f(x_1)$, $f(x_2)$, $\cdots$, $f(x_m)$の値を測定して平均値を求めると、その平均値は(16)式における$f(x)$の期待値S/aの近似値となる。すなわち、

$$\overline{f}=\frac{1}{m}\left\{f(x_1)+f(x_2)+\cdots+f(x_m)\right\}\fallingdotseq\frac{S}{a} \quad \cdots\cdots(17)$$

となるが、これより図形Gの面積Sの推定量として

$$\hat{S}=a\overline{f} \quad \cdots\cdots(18)$$

を採用すればよいことがわかる。この$\hat{S}$はSの不偏推定量であり、その分散$V(\hat{S})$は、

$$V(\hat{S})=a^2 V(\bar{f}) \quad \cdots\cdots(19)$$

で与えられる。ここで$V(\bar{f})$の推定値として、

$$v_m=\frac{1}{m(m-1)}\sum_{i=1}^{m}[f(x_i)-\bar{f}]^2 \quad \cdots\cdots(20)$$

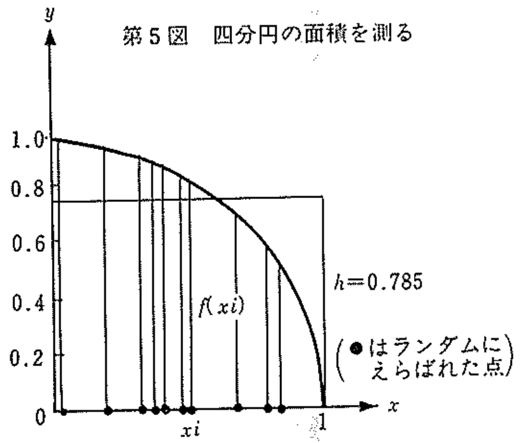
を採用するとよい。したがって、Sに対する95パーセント信頼区間は

$$(\hat{S}-2a\sqrt{v_m},\ \hat{S}+2a\sqrt{v_m}) \quad \cdots(21)$$

としてよい。つまり、「Sがこの信頼区間の中にふくまれる」という場合、それが100回中95回適中することになる。

さて一例として，半径1の円の1/4（四分円）の面積$S=\pi/4$を、(18)式の$\hat{S}$で推定してみよう。第5図

第5図　四分円の面積を測る



のように、x軸上の区間（0、1）の中で、$m=20$個の点x_iをえらび、$\hat{S}$を求めたところ、$\hat{S}=0.767$となった。この推定値$\hat{S}$の$S=0.785$に対する相対誤差は，$|\hat{S}-S|/S=0.02$となり、かなり良い推定ができることがわかる。

体積の推定についても，同じような考え方で推定できる。つまり、3次元（x，y，z）空間内の領域Aの中に、図形Gがあってその体積Uを推定したいとしよう。いま領域Aの底面B（Aをxy平面上に斜影した図形）内に，ランダムにm個の点（x_1，y_1）、（x_1，y_2），…，（x_m，y_m）をえらび、それらの各点でxy平面に垂直な直線を引き、それが図形Gにふくまれる部分の長さを測定して$f(x_i, y_i)$とする（$i=1, 2, \cdots, m$)。そして、図形Gの体積Uの推定量として、

$$\hat{U}=T\cdot\bar{f} \quad \cdots\cdots(22)$$

を採用するとよい。ここで、Tは底面Bの面積で、$\bar{f}$は

$$\bar{f}=\frac{1}{m}\left\{f(x_1, y_1)+f(x_2, y_2)+\cdots+f(x_m, y_m)\right\}$$

である。

この$\hat{U}$はUの不偏推定量であり、その分散は、

$$V(\hat{U})=T^2\cdot V(\bar{f}) \quad \cdots\cdots(23)$$

で与えられるが、$V(\bar{f})$を正確に求めることはできないので、(20)のv_mと同様な式で推定するとよい。以上述べた面積や体積の推定で，図形がいくつかある場合には、それらの面積や体積の総和を推定すると考えれば、推定量は同じ式を用いてよい。

土居〔5〕には、沖あみの集群（パッチ）について推定が述べられているが、「パッチの形が球（上からみると円）で、すべて同じ長さの直径をもつ」というような仮定にもとずいているので、現実への適用には疑問がある。しかし上に述べた方法によると、パッチの面積（海面上での）や体積の総和の推定が、何の仮定もおかずに可能となる。

面積については、ある海域内でランダムに定められた方向にm本の平行線を引き、それらに沿って船を走らせて、パッチ内にふくまれる線分の長さを測定し、(18)式の$\hat{S}$によりパッチの面積の総和Sを推定すればよい。

また体積については、やはり上に述べたように、m本の平行線に沿って船を走らせ、一定間隔ごとに、海面と垂直方向にパッチの厚さを魚群探知機で測り、(22)式の$\hat{U}$によりパッチの体積の総和Uを推定するとよい。

ただし、魚群探知機による測定の誤差が測定値にふくまれるので、実際にはサンプリングによる推定誤差に測定誤差を加える必要がある。

参　考　文　献

〔1〕林　知己夫他10名（1972）：動く対象集団に対する標本調査一Ⅶ；統計数理研究所彙報、vol. 20, no. 2, 45—60.

〔2〕多賀保志（1986）：ビュッフォンの針の一般化と応用上の注意；統計数理、vol. 34, no. 1, 29—37.

〔3〕林　知己夫、多賀保志編著（1985）：調査とサンプリング；同文書院，103—112.

〔4〕多賀保志（1989）：領域内の曲線群の本数および平均長の推定；横浜市大論叢.

〔5〕土居長之（1974）：南氷洋沖あみ資源の解きほぐし方；鯨研通信，第277号，72—76.

最近の捕鯨論議について（I）

日本鯨類研究所　長 崎 福 三

ま え が き

くじらほどさまざまな論議の材料になってきた動物も少い。巨大な海棲の哺乳動物であるという特性もその原因の一つであろう。長期にわたり先進諸国が先を争うように捕獲をつづけた濫獲の歴史も、つねに論議の背景にある。しかし、最近の捕鯨に関する論議は、個別的・具体的なものというよりは、捕鯨以外の分野にもそのまま通用するような、きわめて一般的・普遍的な内容のものに集中している。現在の国際管理体制の中で、鯨類が絶めつすることなどありえないという状況は、およそ理解されてきているにかかわらず、反捕鯨論は一向におさまる気配はない。商業捕鯨モラトリアムが決定しても、日本、ノルウェー、アイスランドが行っている調査捕鯨に対する反対の動きはいぜん強い。「殺さないで調査を実施する方法があるのではないか？」という声もある。捕鯨反対論は資源保存論議の枠をはるかにこえて、「鯨を殺す」ことへの反感に化している。この問題は人間と自然とのあり方、人間と天然資源との関係という一般的課題に発展してゆく。

人間が人間側の一方的都合で、鯨を利用するために捕殺することが是か非か、鯨の肉を食用とする必要があるのか、鯨を捕獲することによって、生体系を崩してしまうのではないか、など、きわめて抽象的論議が主題になる。これは鯨を魚（又は特定の動物）に、捕鯨を漁業（又は狩猟）に置きかえれば、そのままで漁業論議に適用されかねない。そして場合によっては無責任きわまる方向に結論づけられてしまう可能性もある。それだけに捕鯨論議を、捕鯨だけの問題として扱うわけにはいかなくなり、慎重な対応が必要になる。

ちなみに、北西大西洋のあざらし捕獲についても、捕鯨と同じような論議が行われ、捕獲利用に反対する動きが強い。北太平洋のおっとせい利用も例外ではない。この動物の利用管理体制は最も成功を収めたといわれている国際管理の一つであったが、捕殺反対運動のため、一部ソ連による陸上捕獲を除けば商業的利用は行われていない。そして利用を前提とした日米加ソ四ケ国による条約も既に失効し、今は全く無条約状態になってしまっている。このような状態にしてしまうことが国際的資源を管理する方法と考えることは、とてもできることではない。

I　生物体系と食物連鎖

生物学者がよく使う食物連鎖という用語がある。自然界の生物間の食を通じてのエネルギーの流れ、つまり喰いつ喰われつする因果関係を表現したものである。この食物連鎖関係を模式的に表わすと、立体化したくもの巣のような形になるので、food web とよぶこともある。巣の外側は無機塩類を有機物に変換する第一次生産者の植物群（植物プランクトンを含む）によって占められており、輪の内側に向かうにしたがって食性段階の高い動物群が位置している。このようなくもの巣機構は海にも陸にも、湖にも、小さな池にもある。そして人間は多くのくもの巣機構の上に重くのしかかって多種多様な生物群を利用しているという恰好になる。

人間は雑食であり、雑多な動物・植物を食べているので、他の生物群にとっては質的にも量的にも最大の害敵ということになる。害敵とよばれるのをいさぎよしとしないなら飢えて死ぬよりほかはない。所詮人間も生物の食物連鎖に依存している動物である。人間は「自然」に君臨しているわけではなく、「自然」の中に組み込まれた一員であり、自然の因果律の中で、その恵みによって生きてきたし、栄えてもきた。そしてこれからもこの因果律は変りようがないのである。

言うまでもなく、われわれの食べものは水や食塩といった一部分の金属を除けばすべて他の動植物の体からなっている。ただ、他の動物と異なる点は、人間社会の高度化にともなって、分業化、職業化が進み、個々のひとが自らの食物を求めて海や山をさまよわなくとも、この種の仕事は職業化した専門家が一括してやってくれるということである。虫も殺さぬご婦人でも、血のにじみでるようなレヤーのビフテキが食べられるしくみになっているし、食卓に並んだ調理された料理をみても、喰いつ、喰われつの中の動物の姿を連想することもできない程に、巧みに利用、加工されている。一般の消費者は人間社会のどこかで、連日行わ

れている大量のスローターについて、こと細かに知る必要もないし、知らない方が幸である。ここにいうスローターとは牛、豚、にわとりの屠殺に限らず、毎日大量に水揚げされる大小さまざまな魚介を含めてのことである。

動植物にはそれぞれ生きる権利がある。しかし動物が生きるためには、他の動植物を捕食しなければならない。「捕食」を避けて生きるわけにはいかない。植物は食べるが動物は避けるという菜食主義もある。しかし、特殊な信条をもつ人々を除けば、一般に菜食だけで食が足りる筈はない。また、天然の動物の捕殺を好まないが、養殖の畜類、とりについては屠殺を認めるという人々もいる。養殖された牛、豚、とり、魚類にしても、生れた以上、天然の動物と異るところはない筈であり、彼等にだけ「生きる権利」を認めないというのも理に合うまい。生命は作るものではなく、生れるものなのである。殺生に関して、勝手な都合のよい論理を作りだすことは慎まなければならないし、そうする必要がある場合でも、限られた範囲にとどめるべきであり、一般的な社会への適用を強いるべきではない。

お互に生きるための殺生の必要性を認めたとしても、不必要な殺生を認めることではない。天然の動物の場合、人間のような分業で食を確保するわけではないから、必要以上の餌の捕殺は殆んどない。飽食状態にある獣類は餌を追わない。しかし、人間の場合、社会分業のため、どこまでが「必要」な量で、どこからが「不要」なものであるのか、判断し難い。しばしば経済性は殺生論理を無視してしまうことが起こりうる。

生物体系の中では植物もメンバーとして基礎的役割を演ずることは言うまでもない。野の草も、森の樹木も生きものである。生きものである以上、動物と同じように「生きる権利」をもっている筈である。しかし、漁業が魚をとり、食肉業者が牛馬や豚・とりを屠殺するのと同じように、林業や農業は木や草を伐らなければならない。富山和さんは「水の旅」という著書の中でこう述べておられる：「木を伐っては植えるという行為は、木が生長して、また土になり、更につぎの生命を育むという自然の輪廻に人間もすすんで参加するということである」、「欧米の文化に傾倒するあまりに、自然を守るとは自然に手を触れぬことだと考える人たちが少なくない。それが実際に森林を守っている山村の人たちの自信や意慾を失わせて、国土緑化の大きな障害となっている」。

Ⅱ 殺生論議

本来動物に対するスローターは、人間の生活を維持するに必要なものだけが許されるべきものである。当然のこと乍ら、その方法は動物になるべく苦痛を与えないものが望ましい。いくつかの例で捕殺法が残酷にすぎるという意見がある。北大西洋北部の氷上を舞台に行われるカナダ・ノルウェー人によるあざらしの捕獲は、主として生れたばかりの仔獣を対象としている点でも、撲殺を用いているという点でも残酷感を与えている。カナダ政府にはこの「残忍な殺戮」を直ちに停止すべきだという主旨の投書が未だに殺到していると聞いている。政府関係者はあざらしの毛皮が貴重な商品であり、この産業に多くの人びとの生活がかけられている点を説き、徒らな殺戮でないことの説明につとめている。北太平洋の蕃殖島上で行われてきたおっとせいの捕獲もまた撲殺であった。毛皮を傷つけないためには、この方法が最も簡単であり効果的であった。南氷洋におけるミンククジラの捕殺はノルウエー式捕鯨砲によるが、より人道的方法の開発として、日本は爆発性銛を導入し効果をあげた。

しかし、これらの捕獲法は既に長期間（日本の爆発銛によるミンクの捕獲は比較的新しい）行われてきており、以前には別に捕獲法の残酷さは今日のように喧ましく取り沙汰されなかった。最近このような声が特に高くなってきた理由の一つとしてカラー写真やカラーテレビの普及が一役かっているように思われる。氷山を背景にして捕鯨船が白い波をけ立てて鯨を追って疾走する姿は勇壮であり、潮を吹き上げる鯨に銛を射ち込む瞬間は劇的に受けとめられていた。このような光景は既にしばしば報道されてきた。しかし、見ていて勇壮感があるのは白黒のテレビの場合に限る。カラーとなると同じシーンでも大へん感じが違う。勇壮さではなく、残酷さからくる不快感をもつ人も多い筈である。

色彩感に訴える報道手段が普及した今日、職業的スローターの報道は慎重に取り扱わなければならない。勿論、捕殺方法の改良もたえず研究されなければならないが、容易に死に致らしめる方法があったとしても、大規模に実用化しようとすれば経費の増大をともなうし、やがては製品の価格に反映してくるから自ずと限度がある。このような問題は職業的専門家にまかすべきものと思うし、鯨の場合も例外ではない。

「木曽のヒノキは上手に大事に伐るものだ」と木曽の森林業者は言う。動物であれ、植物であれ、被捕食者をぎせいにして動物が生きる以上、prey-predator

の関係に倫理があってしかるべきである。無差別、無軌道な殺戮が許されるわけはない。まず、配慮さるべきは被捕食種資源の維持保存がはかられなければならない。共存するためには捕食者だけでなく被捕食者の維持が必要であり、餌が無くなれば、それに依存している動物の繁殖も望めない。最大の捕食者である人間の立場から見れば、いかなる被捕食種に対しても管理措置が必要になる。

わが国の捕鯨関係者は、日本人が鯨体を余すところなく、完全に利用することを誇りとしている。西欧各国がかって捕鯨を行っていた当時、彼等は鯨油採取のために鯨を利用していたものであり、肉は投棄していた。しかし日本の場合、昔から鯨肉を食べる習慣があり、鯨油の油としての価値が殆んどなくなってしまった昨今でも、鯨肉を主体とした完全利用が行われてきた。動物の一部だけを利用するために屠殺することは、妥当な prey-predator の関係の域を脱している。象牙をとるだけのために象を殺すことは、別に特別な理由がない限り、避けるべきであろうという論議がある。屠殺することなく象牙を採取する技術を開発することが考えられなければならないかも知れない。「何百年も生きてきた木ですからね。すみずみまで大事に使わないだら罰があたります」。これも木曽の木こりの話しである。

この木曽の木こりの話は高田宏さんの「歩く旅、風まかせ年まかせ」（新潮社）から拝借したものである。その高田さんはこう書いておられる。「木こりがいま伐ったばかりの木の切株に、その木の梢を立てている。………………山の神様に感謝し、いのちをとった生きものの魂をしずめてきた。」

日本の漁業関係者は、あちこちに魚をとむらうための塚を残してきた。鯨塚、かつお塚、まぐろの大漁を感謝して造ったといわれる碑など、数多くの例がある。この中でも数多いのは鯨の墓である。奈須敬二さんは最近の鯨研通信（第 376 号）に「鯨の墓」についてまとめておられる。これによると鯨の墓の古いものでは三重県熊野市に寛文11年（1671）に建立した鯨の供養塔があるという。日本全国には鯨の墓が、知られているものだけでも50基以上はあるといわれる。魚や鯨を「物」としてではなく、「生きもの」として扱ってきた。われわれの祖先の、自然からの収穫に対する思いが表わされている。奈須さんは、さらにこう書いておられる：「延宝７年（1679年）浄土宗の向岸寺第五世の心蓮社讃誉和尚が、鯨菩提のために観音堂を建立し、捕獲した日を命日として鯨一頭毎に戒名をつけ……回向をたむけた」そして捕獲した場所と年月日、鯨の種類、体長および売れた値段を記した一頭毎の過去帳が、文化以降に捕獲された約 1,000 頭について残されているという。

生物の殺生論議の中には、人間のリクリエーションのための狩猟、遊漁などの問題が含まれる。食料のための狩猟、職業としての漁業にくらべれば、人間の楽しみのための殺生を正当化する理由は乏しい。しかし、 game hunting や game fishing に対する批判は余り聞かない。この項の冒頭に「人間の生活を維持するに必要なものだけが」スローターを許されるべきと書いたが、それは必ずしも食料の採捕だけには限らないことになる。非食用の毛皮の利用もあるし、象牙の利用もある。これらの活動が人間の生業を支えるものであれば、一概に「殺生」として排除するわけにはいかない。game にしても、それは産業を形成しており、これを通して生活の糧をえている人びとは多い。

これらはすべて人間社会の経済活力の中にとり込まれているので、どこまでが許容され、どこからが許されるべきでないかを判定することは極めて難しい。この判断は社会的基準に頼らざるをえない。しかし、現在社会的基準が、まがりなりにも出来あがっているとは思えないので、さまざまな立場からの論議が必要であろう。社会的判断基準の一つは、歴史的伝統をもつ、生きるための食料取得は優先されなければならないということである。