

作物の肥料は緑肥・魚肥から供給することとした。また、緑肥は主に農地の残留肥料成分を利用するが、緑肥作物体を構成するために必要な最小限の肥料成分については下肥・森林リターフォール（堆肥経由）から供給することとした。これらの供給量を確保するために、家禽（鶏）、養魚（ティラピア）の飼育数と給餌量及び農作物の生産量を求めた。その後、静岡県または全国における実際の農作物収量データ^{7,8)}の平均値を用いて、その生産量を供給可能とする農地・森林面積を算出した。

今回は簡略化のため、電力、ヒトの労力及び水資源量は考慮しないこととし、プランクトンと水質浄化作物の計算を省略した。また、養分の収支に関して以下のような設定を行った。

実際の農村空間は開放系であり、多くの物質の流入と流出が同時に起こっている。したがって、本研究の循環システムモデルの開発においても閉鎖型のシステムとして物質の循環を取り扱うことは非現実的であり、対象となるのは物質のフローである。しかし、開放型のモデルの場合でも系内への養分の流入と系外への養分の流出が等しければ、その系内の養分の量は常に一定であるから、これも一種の「循環」と考えることができる。本システムにおいては、系内への物質の流入として降雨・灌漑・大気構成分子・大気中微粒子などがあり、系外への物質の流出として脱窒・溶脱・排水・揮散などがある。そこで、溶脱と河川流出による養分の流出は排水経路を人工的に管理し、必要に応じて養分の回収・排水が可能であることとし、さらに脱窒・揮散による系外への養分放出と降雨や窒素固定による養分流入との収支バランスがとれていることと仮定することによって、システム内の資源循環シミュレーションモデルを考えていくこととした。この場合、日本のように低肥沃土壌であり養分流入量が養分流出量に比べて少ない場合でも、溶脱水・排水中の養分の回収・再利用を進めることにより、土壌肥沃度の回復は可能であると仮定した。

図2に以上の前提条件から想定される土地利用の概要を示した。このようなヒト・家禽・養魚・農作物・緑肥作物・水質浄化作物・淡水プランクトン・森林といった構成要素の組み合わせを設定することは、循環システムの設計、評価手法の開発、及び実際の農地との比較検討を行うために必要である。計算の流れは図3に示したように、ヒトの栄養から必要な農作物の総量を求め、その農作物を生産するために必要な農地面積を求める手順とした。鶏・ティラピアについても同様の流れとした。

続いて、農作物収量の年々の変動を考慮し、農作物の収量平均値を用いるのではなく、正規分布による確率密度関数を用いた信頼度ごとの収量予測計算を行うこととした。そして、農作物の収量が信頼度によってどのように異なるか試算し、信頼度ごとの農地面積を算出した。

3. 計算の設定と結果

- (1) 小規模循環システムの構成要素と必要量
 - (a) ヒトの食料
- 第六次改定「日本人の栄養所要量」⁹⁾の平均値に基づき、

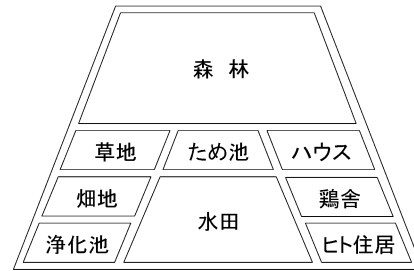


図2 土地利用の概要

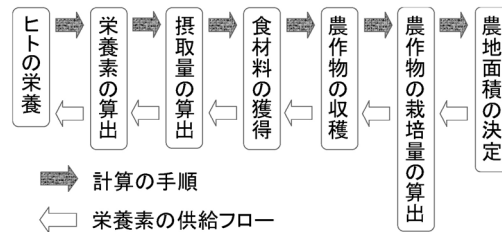


図3 計算の流れ

表1 ヒト一人1日分の栄養所要量

エネルギー	2550 kcal
たんぱく質	280 kcal
脂質	全エネルギーの20~25% (510~638 kcal)
炭水化物	50%
カルシウム	600 mg
鉄	10 mg
ビタミン A(レチノール当量)	600 μg
ビタミン B ₁	1.1 mg
ビタミン B ₂	1.2 mg
ビタミン C	100 mg
食塩	10 g以下

表1に示したように「34歳男性、身長169.1cm、体重67.0kg、生活活動強度（適度）」であるようなヒト一人の栄養所要量を満たすことを前提条件とした。34歳男性という設定は、実際の小規模循環システム内で実験を予定している被験者の条件であり、身長と体重については必要な栄養素データが揃っている平成9年度における30歳~49歳の日本人男性の平均値とした。生活活動強度とは、必要なエネルギー所要量を求めるために対象者の日常生活における身体運動の活動レベルを数値化した指標である⁹⁾。その中の「適度」というレベルの生活活動強度は、日常生活において立位での作業や軽い農作業を含む程度の身体運動が含まれる場合を想定しており、座位での軽作業に従事している場合と長時間の激しい重労働に従事している場合の中間に位置する。また、栄養所要量とは「特定の年齢層や性別集団のほとんど（97~98%）が1日のエネルギー及び栄養素の必要量を満たすのに十分な摂取量」のことである⁹⁾。その栄養所要量を充足しうる1日分の食事メニューを栄養士（斉藤正貴：神奈川44205号）が作成し、1年間（365日）こ

のメニューを食べ続けると仮定し、表2に1日分の食事メニューを示した。

食事は日本の典型的な内容としたが、果物類・イモ類・乳製品は計算の簡略化のため取り入れなかった。しかし、それら不足分は、他の食品群により必要な栄養素がすべてまかなえるように計画した。また、主要食品である砂糖については、対象地である静岡県においてさとうきびの栽培が困難であるため、砂糖で糖質を摂取することはせず、穀類摂取量を増やして代用することとした。塩・胡椒等の基本的な調味料は製造が困難であるため購入することとした。味噌・納豆の発酵に用いる有用微生物群については適切な方法により管理できるものとする。ヒトが食事を摂取した後の穀類等の食料残渣(糠、ふすま、卵殻、ナタネ油かす) 88 (g/日) とティラピア魚かす 220 (g/日) を鶏の飼料へ、野菜かす 97 (g/日) を養魚の飼料へ、根・茎・葉など食用部位以外の農作物残渣 1,953 (g/日) を堆肥原料へとそれぞれ分配した。

(b) 鶏の飼育

図4に示したように、ヒトが毎日1個(50g:食品成分表¹⁰⁾推奨値)の鶏卵を食すために必要な鶏の羽数から飼育すべき鶏を産卵鶏2羽、種鶏(オス)1羽、雛3羽とした。そして、これらの鶏の生育に必要なエネルギー・たんぱく質・カルシウムの3項目¹¹⁾について栄養価計算を行った。

表3に示したように、鶏の飼料には小麦と魚の他、糠、ふすま、ナタネ油かすなどヒトの食事により発生した食料残渣を利用した。産卵鶏に対してはカルシウムの供給が不可欠であるが、卵殻や魚かす中に含まれるカルシウム¹²⁾を化学的に抽出して特殊飼料として摂取できるものと仮定した。

飼料の残渣のうち、魚かす 123 (g/日) が養魚飼料に、農作物残渣 138 (g/日) が堆肥原料になった。鶏糞は直接堆肥化させるのではなく、一旦魚類やプランクトンの餌として捕食させ、魚肥や灌漑用水中のプランクトンに含まれる養分とし、間接的に農地に還元されるものとしたが、それら養分の動態については計算しなかった。鶏の飼育に必要な鶏舎面積は0.02aとなった。

(c) ティラピアの飼育

ヒトと鶏の食料及び肥料原料の一部は魚によって補うこととし、必要な養魚の飼育個体数を求めた。孵化してから800gの成魚へと成長するまでの体重変動及び個体数から給餌量を算出した。栄養価を考慮して、1日あたり800gの成魚をヒトは0.5尾、鶏は6羽合計で1.5尾食べることとし、さらに2尾を「リン成分の含有量が高い有機質肥料」として農地に還元することとしたため、合計4(尾/日)となった。ここでは養魚の体重変動にロジスティック曲線を適用した。

ロジスティック曲線の一般式は次式の通りである。

$$W_m = \frac{W_\infty}{1 + \left(\frac{W_\infty}{W_0} - 1\right)e^{-W_\infty \cdot m}}$$

(W_m: 体重, m: 経過月数)

表2 ヒト一人1日分の食事メニュー

料理名	食品名	使用量 (g/日)
ごはん(朝、夜)、おにぎり(昼)	水稻こめ(精白米)	350
うどん(昼)	小麦(強力粉、2等)	70
焼き魚(夜)	ティラピア(生)	180
目玉焼き(朝)	鶏卵(全卵、生)	43
納豆(朝)、味噌汁(朝、夜)	大豆(全粒、国産、乾)	70
油(毎食)	ナタネ油	30
ハウレンソウの御浸し(毎食)	ハウレンソウ(葉、生)	300
	ニンジン(根、皮むき、生)	100
サラダ(毎食)	キャベツ(結球葉、生)	300
	トマト(果実、生)	200
調味料(毎食)	食塩	9

[献立作成者: 斉藤正貴 (栄養士登録: 神奈川 44205 号)]

1年目	2年目	3年目	4年目	5年目以降
◎	◎	○	○	×
×	×	×	×	×
雛	雛	◎	◎	○
		雛	雛	◎
			雛	◎
			雛	◎
			雛	◎
◇	◇	◇	◇	◇

◎産卵鶏2羽
◇種鶏1羽

図4 鶏の飼育計画

表3 産卵鶏の飼料

飼料名	使用量(g/日)
糠	30.4
小麦(玄穀、国産、普通)	45.3
ふすま	12.4
卵殻	6.5
ティラピア	270.0
ティラピアの魚かす(Ca抽出用)	579.6
ナタネ油かす	13.0

曲線式に対して次の条件①～⑥^{13,14)}を満たすような定数αを求め、体重の収束値W_∞を整数値で求めた。

- ① 孵化後1ヶ月目で体重1.5g～4.5gへと成長する
- ② 5ヶ月目で40g～70gに成長する
- ③ 10ヶ月目で600g以上に成長する
- ④ 12ヶ月目でちょうど800gに成長する
- ⑤ 体重の増加には収束値があると仮定する
- ⑥ 孵化仔魚の体重はロジスティック曲線の切片とする

得られたロジスティック曲線は次式の通りとなり、グラフは図5のようになった。

$$W_m = \frac{818}{1 + 1,362 \times e^{-0.9m}}$$

続いて12ヶ月目が800gの成魚4尾であることを前提条件として、7ヶ月目～12ヶ月目の産卵親魚の個体数を、致死率を10%と仮定¹²⁾して次式により求めた。

$$T_m = 4 \times (0.9)^{m-12} \quad (7 \leq m \leq 12)$$

(T_m : 個体数, m : 経過月数)

この産卵親魚の個体数と先に求めた月ごとの体重変動から産卵数を決定した¹⁴⁾。そして、その産卵数から0ヶ月の

孵化仔魚数が19,734.2尾と決定した。

図6の通り、1ヶ月目～7ヶ月目(0ヶ月目は19,734.2尾のように値が大きいためグラフより除外した)を指数減衰関数で表し、7ヶ月目時点での個体数と個体数変化率(微分係数)が一致するように表した。指数減衰関数は次式の通りとなった。

$$T_m = 2.0 \times 10^4 \times \exp(-6.7 \times m^{0.088}) \quad (0 \leq m \leq 7)$$

最後に、すべてのティラピア個体数と体重に応じて給餌量を求めた¹⁴⁾。

水田養魚方式^{15,16)}を採用し、人工給餌は12ヶ月目の成

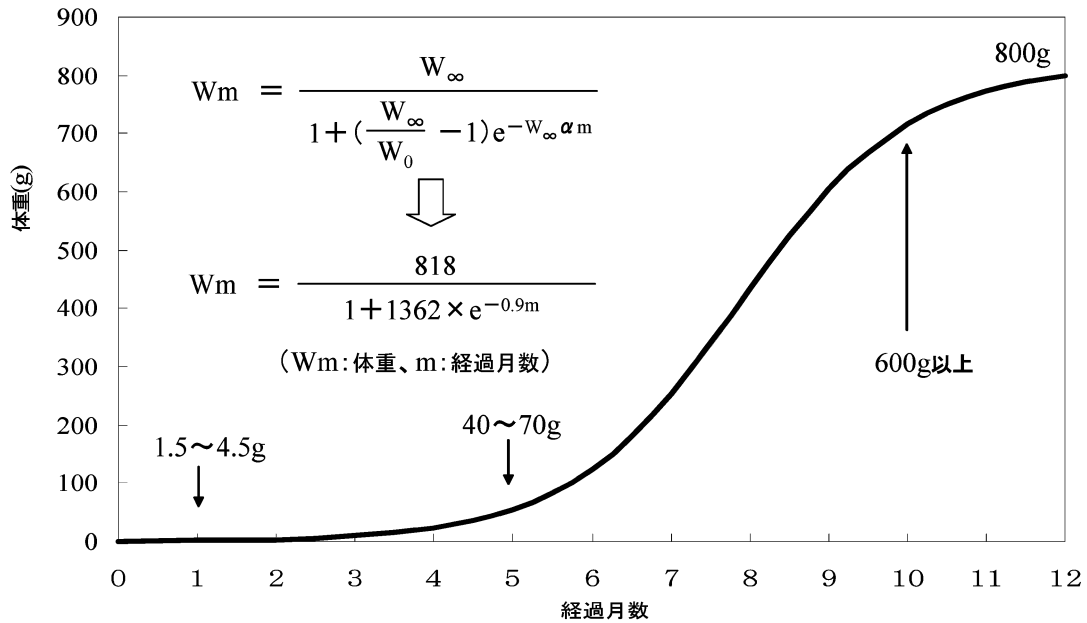


図5 ティラピアの体重変動を表すロジスティック曲線

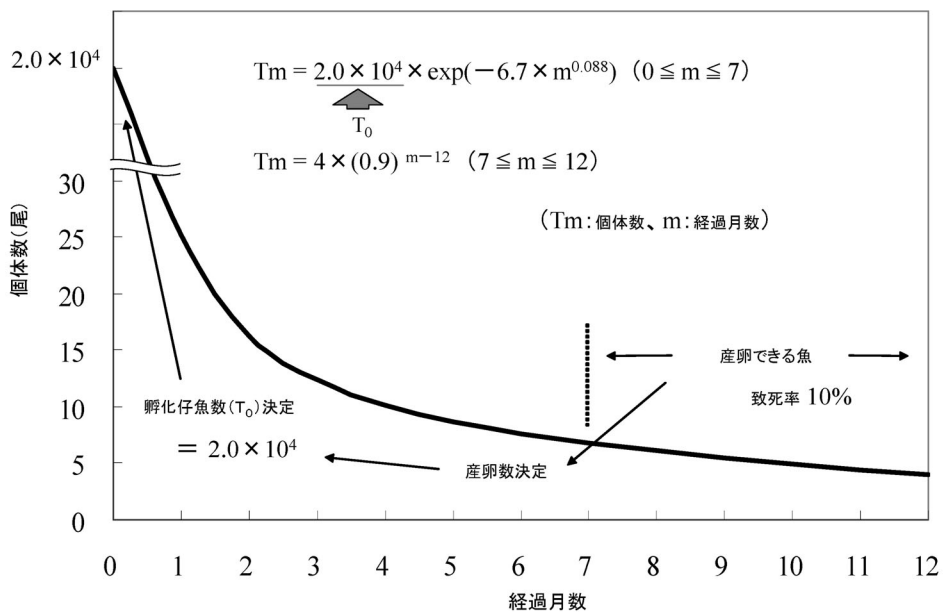


図6 ティラピアの個体数変化曲線

魚 42 尾のみを対象として行い、それを 3 週間分のヒトと鶏の食料とした。この人工給餌は養魚に染み付いた泥臭さを除去するためのものである。そして、この 42 尾以外に対してはすべて天然給餌とした。養魚の飼料残渣のうち農作物残渣 20 (g/日) が肥料原料となった。水田は裏作として畑作物を栽培するため、図 7 のように養魚の越冬養殖池と生後 7 ヶ月目以降の成魚養殖池を用意し、養殖池の合計面積は 0.85 a となった。

(d) 農地面積

以上の前提条件から、表 4 の通りヒト・鶏・養魚の年間合計食料必要量を求め、次年度への更新を考慮して農作物については 1% 増しとした。続いて、図 8 のような栽培型で農作物栽培を計画し、表 5 のような静岡県の農作物平均収量を用いて農作物確保のために必要な農地面積を算出し、表 6 に示した。必要な農地面積は、水田 3.05 a (うち 0.34 a は養魚の魚溜り¹⁵⁾)、大豆畑 1.76 a、野菜畑 0.69 a とし、大豆裏作で小麦 1.76 a、残りの小麦を水田裏作 0.73 a で補った。ナタネは水田裏作 1.19 a と畑地で栽培することとし、「平成 14 年の日本の田畑面積比が水田：畑地 = 261 : 216 であること¹⁷⁾」を基にして、全農作物の水田と畑地の面積比が全国比と同じになるようにナタネの畑地面積 0.08 a で調節した。この調節は、後で示す日本の食料自給率の算出に際して必要となったために行った。最後にすべての

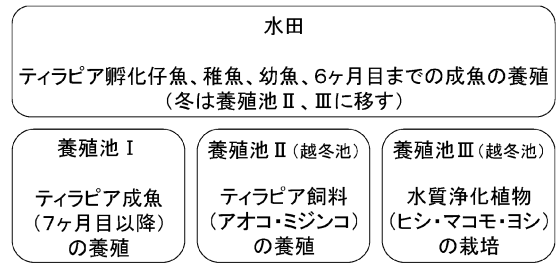


図 7 ティラピアの養殖場所

表 4 ヒト・鶏・ティラピア合計食料

原材料名	1年分の食料(kg)	更新を考慮した1年分の食料(1%増し)(kg)
玄米	138.9	140.2
小麦(玄穀)	73.1	73.8
ティラピア	584.0	584.0
鶏卵	18.3	18.3
大豆(豆)	25.6	25.8
ナタネ(油用)	27.4	27.6
ハウレンソウ	121.7	122.9
ニンジン(根、皮付き)	40.6	41.0
キャベツ	128.8	130.1
トマト	85.9	86.7
食塩	3.3	3.3

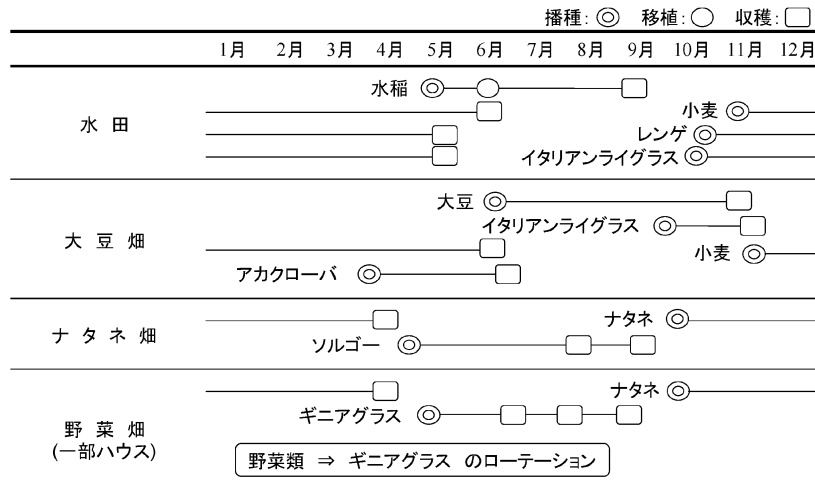


図 8 農作物の栽培型

表 5 農作物の平均収量

原材料名	収量(kg/(年・10a))	備考
玄米	517.0	
小麦(玄穀)(畑作)	300.8	平成5年~14年の静岡県平均値(最大値・最小値は除いた)
小麦(玄穀)(水田裏作)	288.1	
大豆	146.9	
ナタネ	205.9	平成4年~13年の全国平均値(最大値・最小値は除いた)
ハウレンソウ	1327.1	
ニンジン	3941.8	平成7年~13年の静岡県平均値(最大値・最小値は除いた)
キャベツ	6168.1	
トマト	9549.4	

表 6 農地面積 (単位: a)

水田					大豆畑	ナタネ畑	野菜畑 一部ハウス	
0.34	2.71				1.76	0.08	0.69	
養魚	水稻				大豆+イタリアンライグラス	ソルゴー	ナタネ ホウレンソウ キャベツ ニンジン トマト	
0.34	0.73	0.40	0.40		1.19	1.76	0.08	0.69
冬期湛水	小麦	レンゲ	イタリアンライグラス	ナタネ	小麦+アカクローバ	ナタネ	ギニアグラス	

農地に間作または休閒緑肥を導入し、合計農地面積は 5.6 a、鶏舎と養殖池を合わせると 6.5 a を要することとなった。

(e) 肥料・堆肥必要量

農地面積の決定により栽培に必要な緑肥の量が決まった。静岡県施肥基準¹⁸⁾により、農作物の栽培に必要な三大肥料成分量(窒素、リン酸、カリ)を求め、有機質肥料である緑肥と魚肥でその成分量を供給することとした。その結果、必要な緑肥は 1648 (kg/年)、魚肥は 189 (kg/年)となった。また、農作物残渣 923 (kg/年)、魚肥 292 (kg/年)および直接投入しなかった緑肥 403 (kg/年)が農作物の堆肥(肥料成分含量を計上しない土質改良資材用の堆肥)となった。

(f) 森林面積

通常は緑肥に対して施肥を行わないことが多いが、静岡県の緑肥栽培では施肥基準が存在すること、及び本システムでは緑肥の多収を目指していることから、緑肥作物体を構成するために必要な最小限の施肥を実施することとした。そのため緑肥は主に農地の残留肥料成分を利用するが、緑肥作物体を構成するために必要な最小限の肥料成分については下肥・森林リターフォールにより供給することとした。

表 7 森林リターフォール供給量

森林	リターフォール(kg/(10a・年))
落葉樹混交林	552
アカマツ林	776

森林には日本の里山林の代表である落葉樹混交林とアカマツ林を採用した。下肥は 749 (kg/年)となり、下肥で不足する肥料成分を森林リターフォール 184 (kg/年)で補った。落葉樹混交林とアカマツ林の森林リターフォール供給量は表 7 のデータ¹⁹⁾を用いた。森林面積は日本の天然林における広葉樹林と針葉樹林の面積比¹⁷⁾を用いて、落葉樹混交林 2.0 a、アカマツ林 1.0 a、合計 2.9 a と推定した。

以上の結果をもとに、主な構成要素間の主要な物質の流れを図 9 のように表した。

- (2) 確率密度関数を用いた信頼度ごとの農作物収量と農地面積の算出
- (a) 農作物の収量

これまでの計算においては、農作物の収量を求める際に、農林水産省統計資料から得られた約 10 年分(野菜類は

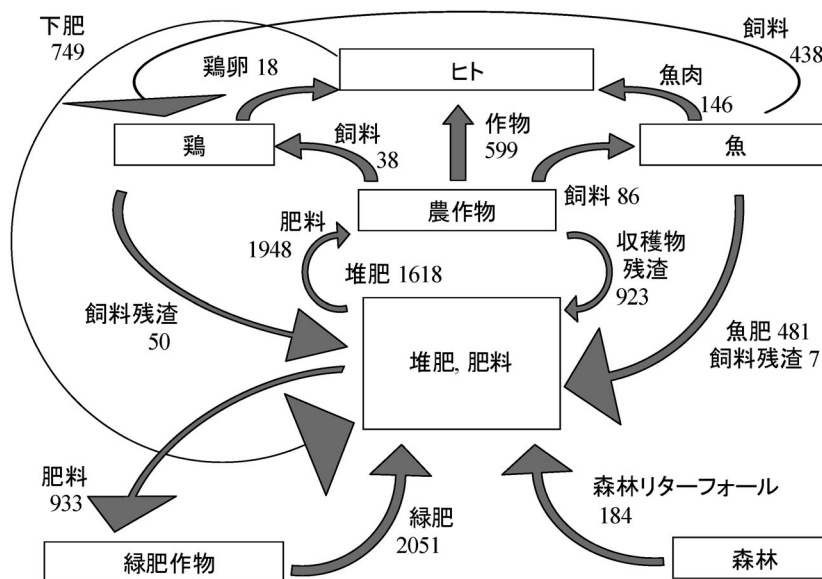


図 9 構成要素間の主要物質の移動 (単位: a)

7年分)のデータの平均値を用いてきた。ここでは収量の年々の変動を考慮するため、同じ資料から得られた約10年分のデータから農作物収量のヒストグラムを作成し、そのヒストグラムに正規分布をあてはめ、その確率密度関数から各信頼度における農作物の収量予測値を算出した。さらに、全農作物の水田面積と畑地面積の比は固定せず、信頼度による農地面積の変動が作物ごとに現れるように設定することとした。今回は表8に示すように、信頼度50%、75%、95%のそれぞれについて各農作物の収量予測値を算出した。

図10に小麦の収量を例にとった場合の確率密度関数と農作物収量の信頼度との対応図を示した。横軸に収量、縦軸にその収量が得られる確率をあてはめた。正規分布の平均値と信頼度50%の値が異なる理由は、最高収量以上の収量が得られる確率をゼロとしたためである。今回は信頼度として、50%、75%、95%の3点のみを対象としたが、確率密度分布上の任意の信頼度における収量予測値を算出することが可能である。

(b) 農地面積

確率密度関数から得られた農作物の収量予測値を用いて表9に示すように農地面積を決定した。鶏舎や養殖池を除いた場合の信頼度ごとの合計農地面積は、信頼度50%収量で6.9a、75%収量で7.3a、95%収量で8.0aとなった。表10には例として信頼度50%収量に対する農地面積の配分を示した。

4. 今後の課題

(1) 循環システムの構成要素について

循環システム内を移動する栄養素のうち、不足し易いものとしてたんぱく質があげられる。たんぱく質は豆類などの植物には比較的多く含まれるものの、栄養バランスを考えた場合には動物性の食品が必要となる。しかし、動物性食品は収量変動が大きく、確保できる信頼性に乏しいという欠点がある。そのため少なくとも2種類の動物性食品の他に大豆などの植物性たんぱく質源を用意した方が良いと考えられる。ティラピアの飼料となる天然の淡水プランクトンはその発生量の予測が困難であるが、日本には古くから水田養魚やため池養魚など副業としての養殖業の実績があり、天然給餌が可能であることが多数報告^{15,16)}されている。しかし、農薬の散布により多くの地域で水田養魚方式が採れなくなったことから現在はほとんど見られなくなってしまった¹⁶⁾。日本は水田が多く、農薬を控える傾向が顕著となりつつあることから、水田養魚の復活を考慮しても

よい時期である。

(2) 確率密度関数による収量計算について

今回は正規分布により確率密度関数を作成したが、実際の農作物収量のばらつきは必ずしも正規分布に乗っているわけではない。したがって、よりあてはめのよい確率密度関数を導入する必要がある。

表8 各農作物の信頼度ごとの収量 (単位: kg/(年・10a))

農作物	信頼度 50%	信頼度 75%	信頼度 95%
玄米	509.8	499.1	477.9
小麦(玄穀, 畑作)	282.9	256.6	217.1
大豆	144.2	136.1	121.5
ナタネ	200.1	177.8	143.3
ハウレンソウ	1325.2	1251.6	1133.8
ニンジン	3964.7	3794.1	3623.6
キャベツ	6138.6	6012.1	5885.5
トマト	9514.1	9086.5	8338.2

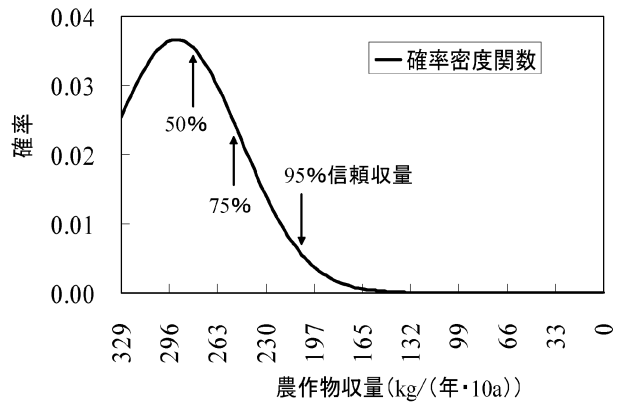


図10 小麦収量を信頼度で予測するための確率密度関数

表9 信頼度ごとの農地面積 (単位: a)

信頼度(%)	水田	畑地	合計農地面積
50	3.09	3.79	6.88
75	3.15	4.10	7.25
95	3.27	4.74	8.02

表10 農地面積(信頼度50%の場合) (単位: a)

水田			大豆畑		ナタネ畑	野菜畑 一部ハウス	
0.34	2.75		1.79		1.38	0.62	
養魚	水稻		大豆+イタリアンライグラス		ナタネ	ハウレンソウ・キャベツ・ニンジン・トマト	
0.34	0.88	0.93	0.93	0.87	0.92	0.87	0.51
冬期湛水	小麦	レンゲ	イタリアンライグラス	小麦+アカクローバ	イタリアンライグラス	小麦	ソルゴー
ギニアグラス							

実際の生活では、単身で循環システムを管理することは少なく、家族や市町村単位での循環が行われるため、食料不足の危険率は低い。また、一つの農作物の収量が少ない場合には、他の農作物がその分の栄養素を利用して収量が多くなることが考えられる。したがって、信頼確率は積算方式ではなく下限値を採用し、信頼度は50%程度で十分と考えられる。ただし、生活環境がより厳しい条件下では信頼確率を積算とし、かつ信頼度は95%以上が必要となるなど、環境条件に応じた設定が求められる。

5. まとめ

ヒトの栄養を前提として家禽、養魚、農作物、緑肥作物、水質浄化作物、淡水プランクトン、森林の組み合わせにより循環システムを計画した。静岡県の環境条件では、ヒト一人の生存に必要な農地面積は5.6 a、森林面積は2.9 aと試算できた。平成14年の日本の農地面積¹⁷⁾ 476万 haがすべて利用できるとすれば、本研究における34歳男性(実験予定者)の条件で約8千5百万人分の食料自給が可能となる。今回は、養魚・森林・水質浄化作物・プランクトンの栄養を略し、課題が残った。

続いて、必要な農作物の収量を正規分布による確率密度関数をもとに算出し、信頼度を組み込んだシステム計画を作成した。静岡県の環境条件で、ヒト一人の生存に必要な農地面積は、信頼度50%収量で6.9 a、75%収量で7.3 a、95%収量で8.0 aと試算できた。

確率論的収量予測をより複雑なシステムに適用すること、水循環計画を連動させること、及び各要素の精密な実験データをもとに再計画することで循環システムの実用化が期待できる。

参考・引用文献

- 1) 多胡靖宏, 新井竜司, 谷 享, 本田 剛, 小松原修, 新田慶治, 2004. 植物群落・動物・人の代謝データに基づく閉鎖居住実験における物質循環の推定, 生態工学会年次大会発表論文集, 57-64.

- 2) 小松原修, 篠原正典, 増田 毅, 多胡靖宏, 新田慶治, 2004. 閉鎖居住実験における居住者のエネルギー所要量, 生態工学会年次大会発表論文集, 65-66.
- 3) 谷 享, 多胡靖宏, 新田慶治, 2004. 大気CO₂濃度と温度が閉鎖系植物実験施設内のダイズの収量に与える影響, 生態工学会年次大会発表論文集, 100-101.
- 4) GLAUB, J.C., SAVAGE, G.M., LAFREZ, D.J. and DIAZ, L.F., 1982. Integrated energy-agro-waste systems for small-scale farms, PB Rep, NTIS.
- 5) 岩田智弘・大野 研, 1999. 自給自足のための環境デザイン, 農業土木学会大会講演会要旨集, 444-445.
- 6) 有田博之, 1992. 市民農園の分区内耕地規模の上限値, 農業土木学会論文集, 162, 115-121.
- 7) 農林水産省大臣官房統計情報部編, 2003. 作物統計: 普通作物・飼料作物・工芸農作物, 農林統計協会.
- 8) 農林水産省大臣官房統計部編, 2003. 野菜・果樹品目別統計, 農林統計協会.
- 9) 健康・栄養情報研究会編, 1999. 第六次改定日本人の栄養所要量, 第一出版, 22-24, 35-46.
- 10) 香川芳子監修, 2001. 五訂食品成分表2001, 女子栄養大学出版社, 395-403.
- 11) 農林水産省農林水産技術会議事務局編, 1997. 日本飼養標準・家禽, 中央畜産会.
- 12) 遠藤雅人, 竹内俊郎, 吉崎悟朗, 佐藤秀一, 大森克徳, 小口美津夫, 中島 厚, 2000. 閉鎖生態系循環式養殖システム(CERAS)の開発に関する研究VI. 密閉式魚類飼育装置を用いたティラピア長期飼育時におけるリンの形態とミネラル収支, CELSS JOURNAL, 13, 19-26.
- 13) 野村 稔編, 1982. 淡水養殖技術, 恒星社厚生閣, 307-312.
- 14) 矢田敏晃, 宮下敏夫, 1988. 新養魚講座1: ティラピア, 緑書房.
- 15) 神奈川県水産指導所鴨ノ宮増殖場編, 稲田養魚について, 神奈川県水産指導所, 1-22.
- 16) 石田力三著, 1987. 淡水魚養殖相談, 農山漁村文化協会, 231-238.
- 17) 農林水産省大臣官房統計部編, 2003. 農林水産統計, 農林統計協会.
- 18) 静岡県農林水産部研究調整室編, 2002. 静岡県土壌肥料ハンドブック, 静岡県農林水産部研究調整室.
- 19) 河田弘著, 2000. 森林土壌学概論, 博友社, 337-362.

Calculations of Farmland and Forest Areas for Small-scale-recycling-oriented Farms to Maintain Recommended Dietary Allowance

By

Masaki SAITOH*, Katsuhiko YOSHIDA*, Takahiko NAKAMURA**
and Masaharu KOMAMURA**

(Received August 19, 2004/Accepted December 10, 2004)

Summary : The purpose of this study is to show the elements and amounts, which are required to maintain a man's life on a small-scale-recycling-oriented farm. A simulation was done to show how materials recycle in a system in Shizuoka, Japan. This simulation presumed that a man can maintain his own nutritional balance and showed the constituent elements of the system. After the necessary quantity of food was calculated, the necessary amount of yields for providing food was calculated. Then the farmland area and the amounts of manure for these crops were calculated. After that the forest area for providing manure was calculated. The following results were obtained :

1. Constituent elements : Man, Chicken, Fish, Crops, Green manure, Water purifying plants, Limnoplankton, Trees
2. The farmland area : $5.6 \times 10^2 \text{ m}^2$ (except for the man's house, henhouse and fishpond)
3. The forest area : 50% reliability : $2.9 \times 10^2 \text{ m}^2$

In addition, the reliability of the yields was made clear according to a probability density function and the farmland areas each were calculated according to the yields of each case, 50%, 75% and 95% reliability. The following results were obtained : 50% reliability : $6.9 \times 10^2 \text{ m}^2$, 75% reliability : $7.3 \times 10^2 \text{ m}^2$, 95% reliability : $8.0 \times 10^2 \text{ m}^2$

Key words : Farmland Engineering, Dietetics, Shizuoka, Materials-cycle, Reliability

* Department of Agricultural Engineering, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

** Department of Bioproduction and Environment Engineering, Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture