

# 霧多布湿原における自然環境の経済的価値評価

京都大学情報学研究科

吉村哲彦・上田昌史・高城勝信・酒井徹朗

要旨：霧多布湿原は我が国で3番目に大きな湿原であり、その自然環境は浜中町だけでなく北海道あるいは全国の人々に恩恵を与えていると想定される。その自然環境の経済価値を評価することは湿原の保全にとっても有効であろう。本研究では環境評価の一手法であるCVM（仮想評価法）を用いて霧多布湿原の自然環境の経済的価値を評価した。二段階二項選択法によってアンケート調査を行った結果、1人年間の支払意志額は2,569円（中央値）となった。その結果に基づいて霧多布湿原の経済価値を評価したところ、訪問者、浜中町民、北海道民、日本国民にとっての価値は、それぞれ10億3,000万円、2,000万円、146億円、3,226億円という結果になった。本研究の結果、霧多布湿原の自然環境の経済価値は、釧路湿原とほぼ同等の高い価値を有することが明らかになった。

ABSTRACT: The Kiritappu Marsh is the third largest marshland in Japan. People living not only in Hamanaka Town but in Hokkaido or in Japan are supposed to benefit a great deal from the natural environment of it. It is incentive and important for the preservation of the marshland to clarify the economic value of its natural environment. This study evaluated such value by using CVM (Contingent Valuation Method) which is one of the methods of environmental valuation. According to the result of the questionnaire survey, which employed the double-bounded dichotomous choice CVM, WTP (Willingness to Pay) per person per year was found to be 2,569 yen as a median. The economic values of the Kiritappu Marsh for visitors, residents of Hamanaka Town, Hokkaido Island, Japan were estimated to be 1,030,000,000, 20,000,000, 14,600,000,000 and 322,600,000,000 yen per year, respectively. In conclusion, the natural environment of the Kiritappu Marsh has the high economic value and these values are not so far from those shown in the precedent study conducted in the Kushiro Marsh.

## 1. はじめに

北海道浜中町は、漁業と酪農を主体とする第一次産業が中心の町であるが、近年霧多布湿原を主体とした観光産業が町の主要な位置を占めつつある。しかし、浜中町の環境的資源である霧多布湿原は、利用者に対して利用料が求められておらず、その便益がはっきり認識されていない。しかし霧多布湿原は、浜中町だけでなく北海道あるいは全国の人々に恩恵を与えていると考えられ、その環境の経済価値を評価することが求められている。自然環境の価値を評価する手法には、トラベルコスト法、ヘドニック法、CVM、コンジョイント分析などの手法が開発されているが、本研究では環境評価の一手法であるCVM（Contingent Valuation Method、仮想評価法）を用いて霧多布湿原の自然環境の経済的価値評価を行った。CVMは、アンケートなどで仮想的な環境変化を回答者に示して、この環境変化に対する支払い意志額や補償受容額をたずねて、環境価値を評価する手法である。回答者に環境の価値を直接尋ねる方式をとっているため、生態系や野生動物などの非利用価値を評価できる手法であり、アメリカでは環境破壊の損害賠償訴訟や環境政策にも用いられている(11)。しかし、CVMでは被計測者が直接支払いを要求されるわけではないので、種々のバイアスにより回答がゆがめられる可能性を持つ(1)。それでもこの方法がしばしば用いられる最大の理由は、他に適した方法がないことが大きい(1)。

我が国において湿原にCVMを適用した研究には、釧路湿原において景観の価値(5)、レクリエーションの価値(9)、生態系の価値を評価(8)した例がある。景観の価値評価については、札幌市周辺の一一般市民を対象とした調査によって、支払意志額が年間一世帯あたり

4,251円、レクリエーションの価値評価については、訪問者を対象とした調査によって、一人一回の訪問についての支払意志額が2,398円（中央値）、4,405円（平均値）であるとされている。生態系の価値評価については、訪問者を対象とした調査と札幌市で行った調査の結果、「国立公園に指定されていない湿原も保護する」というシナリオに対する支払意志額が年間一世帯あたり、それぞれ1,649円、1,470円であるとされている。

本研究では、CVMを用いて霧多布湿原の自然環境（景観と生態系）に対する価値評価を行った。本研究において景観と生態系を一体として評価しているのは、湿原の景観がダメージを受けるような状況においては、生態系にも相当のダメージがあるものと想定できるからである。栗山(5)は、釧路湿原において景観の価値評価を行った研究において、湿原の乾燥化が進み湿原の景観が変化した状況をコンピュータ・グラフィックスで作成し仮想的状態としたが、回答者がこのような危機的状況に対して景観と同時に生態系がダメージを受けたと想像して回答した可能性がある。CVMにおいては信頼性の検証も重要であるが、栗山(8)は松倉川を対象とした調査で、スコープテストにより生態系保全と景観保全との包含関係について検証を行っている。

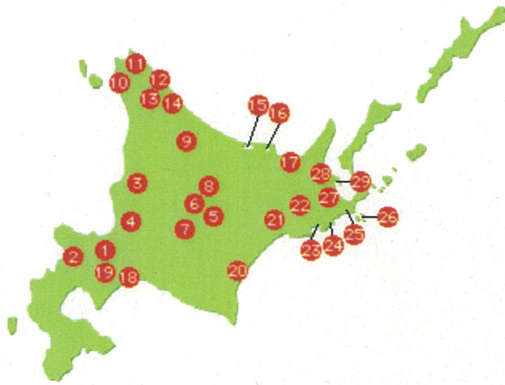
## 2. 方法

### 2.1 調査地の概要

調査対象地の霧多布湿原（図-1）は、3,168haの広さを持ち、国内では釧路湿原、厚岸湖・別寒辺牛湿原に次ぐ3番目に大きな湿原である。道立の自然公園として親しまれ、湿原中央部の803haは「霧多布泥炭形成植物群落」として国の天然記念物に指定されている。北海道の主な湿地を図-2に示した。（ラ）とあるのは「ラムサール条約登録湿地」であり、霧多布湿原もその一つである。



図-1. 霧多布湿原の位置



1. 大蛇ヶ原湿原 2. 神仙沼湿原 3. 雨竜沼湿原 4. 月ヶ湖湿原 5. 沼の原湿原 6. 沼の平湿原
7. 原始ヶ原湿原 8. 上川浮島湿原 9. 松山湿原 10. サロベツ湿原 11. メグマ沼湿原
12. モケウニ沼湿原 13. 猿払川湿原 14. クッチャロ湖湿原 (ラ) 15. サロマ湖湿原 16. 能取湖湿原
17. 涛沸湖湿原 18. ウトナイ湖湿原 (ラ) 19. ホロホロ湿原 20. 湧洞沼湿原 21. 釧路湿原 (ラ)
22. 厚岸湖・別寒辺牛湿原 (ラ) 23. 厚岸湖湿原 (ラ) 24. 霧多布湿原 (ラ) 25. 落石岬湿原
26. ユルリ島湿原 27. 風蓮川湿原 28. 標津湿原 29. 野付半島湿原

図-2. 北海道の主な湿地

霧多布湿原とその周辺には、フクジュソウ、ユキワリコザクラ、ワタスゲ、ヒオウギアヤメ、クロユリ、クシロハナシノブ、ハマナス、ノハナショウブ、コケモモ、リンドウなどの植物やタンチョウ、オオハクチョウなどの鳥が見られる(4)。写真-1 は琵琶瀬展望台から撮影した霧多布湿原の全景であり、釧路湿原のような広さはないものの美しい自然景観を呈している。写真-2 は湿原の中に立つ「売地」の看板であり、霧多布湿原の保全が地権者の協力なしでは困難であることを示している。このような状況に対して、浜中町はこれまでに約 300 ヘクタールの湿原民有地を買い取るなど、湿原保全の対策を図ってきたが、今後も民有地を町の公共財産として買収していくことが大きな課題となっている。また、地元 NGO の霧多布湿原ファンクラブが、約 50 ヘクタールの民有地を借り上げて保全を図っている。



写真-1 霧多布湿原



写真-2 売地

## 2.2 調査方法

本研究で使用したアンケート用紙を付録2に示している。調査は、1998年7月21日から24日まで、浜中町霧多布湿原センター（写真-3）において来館者を対象に行った。7月21日は休館日であったが、センターの周囲で来訪者に対してアンケート調査を行った。7月22日から24日まではセンター内でアンケート調査を行った。CVMに関する問いは質問2であり、空欄となった括弧内には表-1のような10種類の組み合わせの提示金額がランダムに入る。



写真-3 霧多布湿原センター

表-1. 提示金額 (円)

No.	T (最初の提示金額)	T <sup>U</sup> (賛成と答えたときの提示金額)	T <sup>L</sup> (反対と答えたときの提示金額)
1	300	500	100
2	500	800	300
3	800	1,000	500
4	1,000	2,000	800
5	2,000	3,000	1000
6	3,000	5,000	2,000
7	5,000	8,000	3,000
8	8,000	10,000	5,000
9	10,000	20,000	8,000
10	20,000	30,000	10,000

CVMでは、質問の方法によってバイアスが生じる原因となることもあるので、質問形式に対して注意が必要である。そのため CVM では、自由回答方式、付値ゲーム方式、支払カード方式、二項選択方式といった質問形式が開発されている。本研究で用いた手法は、二項選択方式 (dichotomous choice CVM) である。この方式は、「X円以上支払う意志はあるか」という質問を1回だけ行い、回答者はこれに YES/NO で答えるだけである。本研究では、このような質問を2回提示する二段階二項選択法 (double-bounded dichotomous choice CVM) を採用した。この方式では、最初に提示額  $T$  を示し、回答者が賛成した場合はそれより高い金額  $T^U$  を提示する。逆に回答者が反対した場合には低い金額  $T^L$  を提示する。このモデルでは、1回目にどんな金額を提示しても2回目の回答には影響を与えないと仮定されているが、必ずしもそうではないことが指摘されている(8)。

### 2.3 分析モデル

二段階二項選択法を分析するモデルにはランダム効用モデル、生存分析、支払意志額関数モデルがあるが、本研究ではランダム効用モデルを採用した。このモデルでは、開発によって環境の状態が  $Q_0$  から  $Q_1$  へと悪化するとき、この環境の悪化を防止する環境保全政策の価値を評価する。回答者の間接効用関数  $U$  が以下のように観察可能な部分  $V$  と観察不可能な部分  $\varepsilon$  に分かれるものとする。

$$U=V(Q, M)+\varepsilon$$

とする。ただし、 $M$ は所得である。環境保全政策を実施するために  $T$ 円の負担を回答者に提示したとき回答者が賛成と答える確率は、 $\Delta V$ を観察可能な効用関数の差とすると

$$\begin{aligned} \Pr[\text{Yes}] &= \Pr[U(Q_0, M-T)+\varepsilon_0 \geq U(Q_1, M)+\varepsilon_1] \\ &= \Pr[\Delta V \geq \varepsilon_1 - \varepsilon_0] \\ &= 1-G(-\Delta V) \end{aligned}$$

また

$$\Pr[\text{No}] = G(-\Delta V)$$

ただし

$$\Delta V = U(Q_0, M-T) - U(Q_1, M)$$

ここで、分布関数  $G$ がロジスティック分布に従うと仮定すると

$$G(-\Delta V) = \frac{e^{-\Delta V}}{1+e^{-\Delta V}} = \frac{1}{1+e^{\Delta V}}$$

このとき

$$\Pr[\text{Yes}] = [1+e^{-\Delta V}]^{-1}$$

となり、これはロジットモデルである。

ダブルバウンドの場合は、最初に提示額  $T$  を示し、賛成と答えた人には高い金額  $T^u$  を示し、反対と答えた人には低い金額  $T^l$  を示す。それぞれの回答が得られる確率は以下のようなになる。

$$\begin{aligned} \Pr[\text{Yes/Yes}] &= P_{YY} = 1 - G(T^u) \quad \text{※ } T^u \text{ で YES} \\ \Pr[\text{Yes/No}] &= P_{YN} = (1 - G(T)) - (1 - G(T^u)) = G(T^u) - G(T) \quad \text{※ } T \text{ で YES から } T^u \text{ で YES を除く} \\ \Pr[\text{No/Yes}] &= P_{NY} = G(T) - G(T^l) \quad \text{※ } T \text{ で No から } T^l \text{ で No を除く} \\ \Pr[\text{No/No}] &= P_{NN} = G(T^l) \quad \text{※ } T^l \text{ で No} \end{aligned}$$

次に、 $\Delta V$  の関数式を決定する。 $\Delta V$  は次のような線形関数あるいは対数線形関数を用いることが多く、今回は対数線形関数を用いる。

$$\begin{aligned} \Delta V &= a - bT \\ \Delta V &= a - b \log T \end{aligned}$$

パラメータ  $a$  および  $b$  は最尤法により推定する。尤度関数は以下のようなになる。

$$L = \prod_i (d_i^{YY} P_{YY} + d_i^{YN} P_{YN} + d_i^{NY} P_{NY} + d_i^{NN} P_{NN})$$

ここで、 $i$  は回答者の番号であり、 $d^{YY}$  は回答者が 2 回とも賛成と答えたときに 1、それ以外の場合は 0 となるダミー変数であり、 $d^{YN}$ 、 $d^{NY}$ 、 $d^{NN}$  もそれぞれ同様のダミー変数である。このとき、対数尤度関数は以下のようなになる。

$$\ln L = \sum_i (d_i^{YY} \ln P_{YY} + d_i^{YN} \ln P_{YN} + d_i^{NY} \ln P_{NY} + d_i^{NN} \ln P_{NN})$$

ここで、この式の値を最大化するような  $a$ 、 $b$  を求めるのであるが、実際にはコンピュータのソフトウェアを用いて計算した。最終的に、支払意志額は中央値 ( $\Pr[\text{Yes}] = 0.5$  となるときの支払意志額の値) あるいは平均値 ( $\Pr[\text{Yes}]$  の確率分布曲線の下側の面積が支払意志額の値) によって決定される。平均値の場合、一般に最大提示額 (この場合 30,000 円) までの面積に基づいて計算する。本研究で計算に用いたソフトウェアは Stata Corporation (<http://www.stata.com/>) の Intercooled Stata 5.0 である。使用したプログラムを以下に示す。

```
cap log close
set more off
log using kiritappu, replace
```

```

clear
use kiritappu
cap program drop myll
program define myll
    local lnf "`1'"
    local I "`2'"
    local beta "`3'"
    local res : word 1 of $$_mldepn
    local tu : word 2 of $$_mldepn
    local tm : word 3 of $$_mldepn
    local tl : word 4 of $$_mldepn
    qui {
        replace `lnf' = ln(1-1/(1+exp(`I'-`beta'*`tu')))) if `res'==1
        replace `lnf' = ln(1/(1+exp(`I'-`beta'*`tu')) /*
            */ -1/(1+exp(`I'-`beta'*`tm')))) if `res'==2
        replace `lnf' = ln(1/(1+exp(`I'-`beta'*`tm')) /*
            */ -1/(1+exp(`I'-`beta'*`tl')))) if `res'==3
        replace `lnf' = ln(1/(1+exp(`I'-`beta'*`tl')))) if `res'==4
    }
end

end

eq myeq: type ltu ltm ltl
eq beta:

ml begin
ml function myll
ml method lf
mat b0 = (1)
mat coleq b0 = beta
mat colnames b0 = _cons
ml model b = myeq beta, depv(40) cons(11) from(b0)
ml sample mysamp
mat list b
ml maximize f V
ml post myest
ml mlout myest
log close

```

### 3. 結果と考察

#### 3.1 アンケート回答者の属性

まず、アンケート回答者の属性に関する集計結果を表-2 に示す。サンプル数は 149 であった。男女構成では男性の回答者の比率が高かったが、おおむね多様な属性の方に答えていただいた。

表-3 は、来訪者の訪問頻度について示している。初めて来たという来訪者が圧倒的に多く、その一方で 50 回、100 回と答えた地元の人もいた。

表-4 は、来訪者がどこから霧多布湿原センターへ来たのかを示している。来訪者の 21.6% が道内からの訪問者であり、道外からの訪問者が圧倒的に多いことが特徴的である。道外では関東地方からの訪問者が多く、次いで近畿、中部地方の順である。中国、四国、九州地方からは距離が遠いこともあって訪問者が少ない。東北地方からの訪問者も少ないこと

から、都市部からの訪問者が多いものと予想される。道内からの訪問者がどこから来たのかをさらに詳細に示したのが表-5である。釧路市の8人を筆頭に根室市、浜中町、厚岸町など近隣からの訪問者が多い。

表-6は、訪問者の旅行の期間を示している。日帰り客も20人とかなり多いが、3～10泊程度の旅行者が多い。

表-7には、訪問者が利用した交通機関を示した。自宅を出てから今回の旅行で使用するすべての交通機関なので複数回答である。ツアーは、釧路バスと根室交通2社の定期観光バスであり、根室交通は中標津空港、釧路バスは釧路駅発着である。

表-8は、霧多布湿原以外の訪問地の有無を示している。霧多布湿原だけを訪問する人はわずか7人であった。

図-1は、湿原を理解するためのキーワードとなるような5つの用語について、訪問者に知っているかどうか尋ねた結果である。ほとんどの訪問者が知っているのは「タンチョウ」で、逆に知られていないのは「生物多様性」「レッドデータブック」であった。「ラムサール条約」「湿地林」には、その中間程度の理解が得られていた。これらの用語の説明を以下に示しておく。

### ラムサール条約(3)

正式名は「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約」。1971年、イランのラムサール会議で採択された。日本は1980年に加入。多様な生態系を持つ湿地を保全するのが目的で、加盟国は条約事務局に最低一ヶ所の湿地を登録し保全に努める。

### 生物多様性(6)

地球上の生物の多様さとともに、その生息環境の多様さを示す言葉。

### タンチョウ(10)

ツル目ツル科の鳥であるタンチョウは、アメリカシロヅルとともに最も優美な鳥の一つに数えられ、また日本では長寿やめでたいもののシンボルとして、昔からたくさんの人々に敬愛されている。全長は約140cmあり、全身ほとんど白色で、のど、くび側、次列・三列風切は黒く、額、眼先、頭頂は皮膚が裸出し頭頂部は赤い。丹頂の名は頭頂が赤いことからつけられた。

### 湿地林

湿原に成立する森林のことを一般的に「湿地林」と呼ぶ。森林の種類としてはハンノキ、アカエゾマツ、ヤチダモ等が代表的である。

### レッドデータブック(3)

1966年、国際自然保護連合が、世界的な規模で絶滅のおそれのある野生動物をリストアップしたのが最初。その後、世界各国が独自の「レッドデータブック」作りに乗り出した。日本では環境庁が1991年に、動物版のレッドデータブックを作成した。

図-2は、訪問者の湿原に対するイメージについて尋ねた結果であり、多くの人が「景観が美しい」「野生生物が豊富である」「生態系が維持されている」と感じていた。一方で、「役に立たない土地である」と感じている人は少数であり、多くの人が何らかの役に立っていると感じていた。実際、湿原が生態系の中で果たす役割とは、以下のようなことであるとされていう(2)。湿原の包容する泥炭は大量の水を貯えることから、湿原はダムとしての機能を果たす。貯えられた水は、下流や海にゆっくりと送られるが、その際に泥炭と湿原植物は効果的なフィルターとなっている。湿原によって水量と水質が調節され、やがて海洋に注ぎ込む水は海の生物たちの栄養となっている。世界的にみると、地球上の湿原の面積は陸地の6パーセントに達すると言われているが、これらの湿原は地球の生態系の営みに大きく関わっている。



表-2 アンケート回答者の属性

項目	カテゴリー	人数
性別	男	99
	女	49
	無回答	1
年齢	-29	37
	30-39	42
	40-49	30
	50-59	24
	60-69	12
	70-	1
	無回答	3
職業	会社員	70
	公務員	25
	自営業	4
	農林漁業	1
	専門職	8
	専業主婦	13
	学生	10
	アルバイト	1
	年金生活/無職	8
	その他	6
	無回答	3
年収(手取り)	200万円未満	10
	200~400万円	31
	400~600万円	22
	600~800万円	32
	800~1,000万円	18
	1,000~1,200万円	7
	1,200~1,500万円	10
	1,500万円以上	6
無回答	13	

表-3 来訪者の訪問頻度

訪問回数	今まで(今回除く)	昨年1年間(1997年)
0	96	112
1-3	26	23
4-10	17	6
11-30	3	2
31-	5	2
無回答	2	4

表-4 来訪者の居住する都道府県

地方	都道府県	地方別訪問者数	県別訪問者数
北海道	北海道	31	31
東北	秋田	6	2
	福島		1
	宮城		3
関東	群馬	56	5
	神奈川		20
	埼玉		6
	東京		18
	栃木		1
	千葉		6
中部	愛知	20	7
	石川		1
	静岡		1
	富山		5
	長野		1
	三重		5
近畿	大阪	26	4
	京都		4
	奈良		5
	兵庫		10
	和歌山		1
	滋賀		2
中国	広島	3	1
	岡山		2
四国	愛媛	2	1
	徳島		1
九州	沖縄	4	4
無回答			1

表-5 道内からの訪問者の居住する市町村

市町村	訪問者数
江別市	1
厚岸町	4
帯広市	1
釧路市	8
札幌市	3
千歳市	2
中標津町	1
根室市	4
浜中町	4
余市町	1
小樽市	1
無回答	1

表-6 旅行の期間

泊	人数
0	20
1-2	13
3-5	41
6-10	43
11-15	11
16-20	1
21-	5
無回答	15

表-7 交通機関（複数回答）

交通機関	人数
徒歩・自転車（レンタサイクル除く）	4
電車・バス	33
ツアー	19
飛行機	39
レンタサイクル	5
自動車（レンタカー除く）・オートバイ	56
レンタカー	32
フェリー	32
タクシー	4
無回答	20

表-8 霧多布湿原以外の訪問地の有無

	人数
霧多布湿原以外に訪問地がある	127
霧多布湿原以外に訪問地がない	7
無回答	15

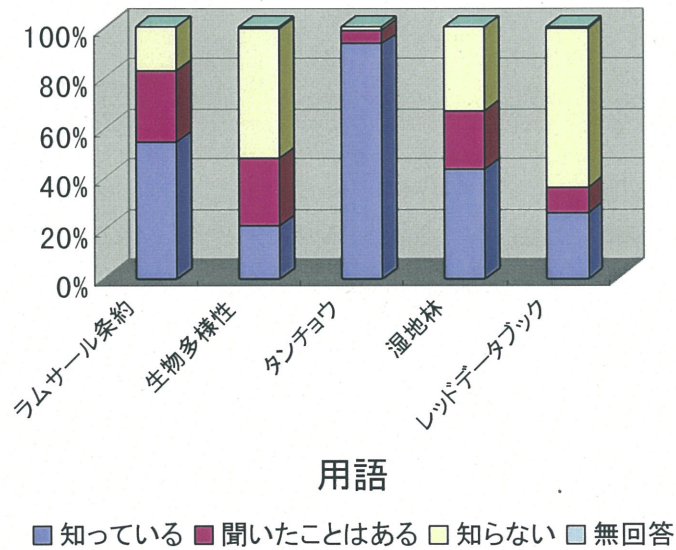


図-1 用語の知識

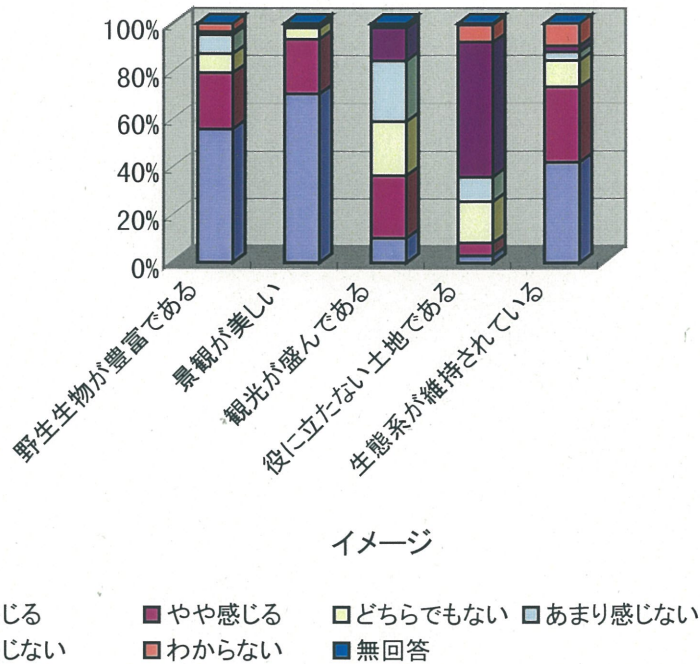


図-2 湿原に対するイメージ

### 3.2 霧多布湿原の経済価値

最尤法により決定されたパラメータは  $a=8.597$ 、 $b=1.095$  となり、支払意志額は1人1年あたり 2,569 円（中央値）となった。支払意志額の推定値として平均値を用いるか中央値を用いるかについては議論が分かれているが、平均値は支払意志額の分布型の影響を受けやすく、一般に平均値は中央値よりも高い金額になる傾向がある(8)。本研究では、過大評価よりも過小評価の方がよいと考え中央値を選択した。

霧多布湿原の経済価値は以下のように算出した。まず、表-9 から霧多布湿原センターの年間の入館者数は 46,121 人（平成 10 年）であり、これを霧多布湿原への訪問者数とすると、霧多布湿原の訪問者にとっての経済価値は

$$2,569 \times 46,121 = 118,484,849 \text{ (1億1,800万円)}$$

となる。浜中町商工観光課によると、厚岸道立自然公園霧多布地区の平成 9 年度の観光入り込み客数は 401,200 人であるので、これを霧多布湿原への訪問者数とすると、霧多布湿原の訪問者にとっての経済価値は

$$2,569 \times 401,200 = 1,030,682,800 \text{ (10億3,000万円)}$$

となる。

浜中町の人口は 7,866 人（平成 7 年 10 月 1 日現在）であるから、浜中町民にとっての霧多布湿原の経済価値は

$$2,569 \times 7,866 = 20,207,754 \text{ (2,000万円)}$$

となる。

北海道の人口は 5,692,321 人（平成 7 年 10 月 1 日現在）であるから、北海道民にとっての霧多布湿原の経済価値は

$2,569 \times 5,692,321 = 14,623,572,649$  (146 億円)

となる。CVM を用いた既存の報告(7,8)では、北海道民にとっての自然環境の経済価値が表-10のように算出されている。霧多布湿原の経済価値は、それらとほぼ同等であったと言えよう。

さらに日本の人口は125,570,246人(平成7年10月1日現在)であるから、日本国民にとっての霧多布湿原の経済価値は

$2569 \times 125,570,246 = 322,589,961,974$  (3,226 億円)

となる。生態系の価値は広く多数の人々に及ぶ(7)のものであり、かつ表-4に示すように霧多布湿原は全国から訪問者が来ているので、その価値は3,226億円と考えてもよいであろう。

栗山(8)によると、訪問者の方が一般市民よりも景観価値に対する支払意志額が高いという結果が得られている。訪問者は目前に湿原景観を見ているのに対して、一般市民は過去に訪問したときの経験やテレビなどから間接的に釧路湿原の景観の情報を得ているだけであることが影響していると考えられる(8)。表-10によると、釧路湿原の場合、一般市民の支払意志額は訪問者の89.2%(生態系)、58.6%(景観)となっている。そこで本研究で計算された北海道民と全国民にとっての霧多布湿原の価値を、これらの値を用いて減額したものが表-11であるが、霧多布湿原の自然環境(景観・生態系)には依然として高い経済価値があるものと考えられる。

最後に、支払意志額を問う質問で「高すぎる」という以外の理由で2回とも「協力しない」と答えた49の抵抗回答について検討する。これらのうち「国や自治体による公的な資金で行うべき」という回答が18、「ナショナルトラスト運動に賛同しない」という回答が1、「その他の理由」が12あった。「その他の理由」で理由の記入があったものを以下に列記する。

- ・地元の人にまかせる。
- ・お金の問題ではない。お金では解決しない。
- ・気分が乗らない。
- ・面倒である。同じようなものがたくさんある。
- ・お金以外の協力はしたい。
- ・住居地より遠い。年金生活だから1回のみでいいなら協力してもよい。
- ・目的を明確にすれば支払う。
- ・他にも守りたい自然や遺産がありそちらを優先したい。
- ・地元が払うべき。

抵抗回答のうちの36.7%が「国や自治体による公的な資金で行うべき」という回答であり、自然環境を保全するために税金が使われるべきであるという意見が多いことを最後に付記しておきたい。

表-9 霧多布湿原センターの入場者

月	平成5年	平成6年	平成7年	平成8年	平成9年	平成10年
1	-	686	529	896	524	841
2	-	1007	646	1576	764	824
3	-	1481	1005	1527	1165	1119
4	-	1895	1480	2178	1876	1674
5	13662	5164	4280	4103	3740	3382
6	5995	5332	3727	4794	5494	5596
7	10060	9500	9108	9714	10316	9250
8	11277	11544	11515	12081	10603	12135
9	5102	4411	5893	6307	4641	5441
10	3613	1893	3845	2749	3313	2717
11	1538	1486	2099	1566	1953	1935
12	851	737	1341	1231	1758	1207
計	52098	45136	45468	48722	46147	46121

注：平成5年1～4月には霧多布湿原センターがまだ開館していない。

表-10 CVMを用いた北海道の自然環境の経済価値

対象地	アンケート	支払意志額	経済価値算出の対象	経済価値
松倉ダム建設による生態系破壊の損害	函館・札幌市内	8,756 (中央値) 円/世帯/年	北海道民	193 億円
釧路湿原のレクリエーション価値	訪問者	2,398 (中央値) 円/訪問者/訪問回数	訪問者	27 億円
釧路湿原の景観価値	訪問者	3,522 (中央値) 円/世帯/年	訪問者	23 億円
	札幌市内	2,063 (中央値) 円/世帯/年	北海道民	148 億円
釧路湿原の生態系価値 (周辺の森林すべてを保護)	訪問者	13,036 円/世帯/年	訪問者	21 億円
	札幌市内	11,622 円/世帯/年	北海道民	256 億円
霧多布湿原の景観・生態系価値	訪問者	2,569 (中央値) 円/人/年	北海道民	146 億円

表-11 霧多布湿原の自然環境の経済価値 (円/年)

経済価値の算出対象	100%	89.2%	58.6%
訪問者 (霧多布湿原センター)	118,484,849 (1億1,800万円)	-	-
訪問者 (浜中町商工観光課)	1,030,682,800 (10億3,000万円)	-	-
浜中町	20,207,754 (2,000万円)	-	-
北海道	14,623,572,649 (146億円)	13,044,226,803 (130億円)	8,569,413,572 (86億円)
全国	322,589,961,974 (3,226億円)	287,750,246,081 (2,878億円)	189,037,717,717 (1,890億円)

### 3.3 自由回答の結果

アンケート用紙の末尾に「このアンケートや霧多布湿原についてのご意見やご質問などがございましたらご自由にお書き下さい。研究の参考にさせていただきます。」という自由回答欄を設けた。回答があったものすべてを以下に示す。

- ・美しい場所、今後もこのままで。(北海道釧路市・女性)
- ・子供のいる親に自然の大切さをPRすれば、子供にも自然の大切さが分かる。(神奈川県横浜市・女性)
- ・霧多布湿原だけではないが、人が入りすぎている。マナーの悪い大人が多い。(秋田県横手市・女性)
- ・もっと天気の良い日に来たかった。(福島県福島市・男性)
- ・湿原中央の道は自然破壊ではないですか？(群馬県館林市・男性)
- ・湿原には一度行ってみたいと思っていましたが、観光として二度三度来てみたいとは思わない。自然について勉強できるような施設が必要。(群馬県板倉町・男性)
- ・たいへんすばらしいところでまた来たい。湿原をこのまま残してほしい。(神奈川県横須賀市・男性)
- ・大切に保存してもらいたい。(東京都足立区・男性)
- ・1年に1回も訪れない場所に高い金は払えない。道路はなくすべき。観光が盛んになれば問題も多くなるだろう。(石川県金沢市・男性)
- ・ツルがよかった。(千葉県八千代市・女性)
- ・ゴミを捨てないように。入っていい所といけない所を明確にすべき。(北海道根室市・女性)
- ・遊歩道をゆっくり歩きたい。(東京都港区・男性)
- ・パッチワークを楽しみに時々来ている。季節によって変化する景色が楽しみ。(北海道厚岸町・女性)
- ・釧路湿原に比べて見学するところが少ない。エゾカンゾウの群生は見ごたえがある。(埼玉県大利根町・男性)
- ・地道な調査・研究に携わる人に敬意を感じる。(群馬県桐生市・男性)
- ・コーヒーがおいしいから寄った。湿原センターの運営には金がかかる。自然はこのままに保ってほしい。(北海道釧路市・男性)
- ・湿原の道路がどのような影響を与えているのか知りたい。(北海道釧路市・男性)
- ・湿原を開発するメリットはあるのでしょうか？(東京都練馬区・男性)
- ・自然をこのまま維持してもらいたい。資金は国や地方自治体が出すべき。(滋賀県近江八幡市・男性)
- ・このような湿原をもっと利用できないものだろうか？(兵庫県神戸市・男性)
- ・木道を降りて湿原の中に入る人がいる。PRによってそのような行為をなくす努力をすべき。(北海道札幌市・男性)
- ・このままの状態を保ってほしい。作られたものでない本物の自然が残っている場所は少なくなっている。(愛知県名古屋市・女性)
- ・湿原を好きになることからすべては始まる。好きになれば何もしなくてもよい方向に進む。ゴミは捨てない。合成洗剤はやめてせっけんに。(北海道浜中町・男性)
- ・これ以上人間が手を入れずに守っていけばよい。(北海道浜中町・女性)
- ・電車の中から見たとき、きれいだと思った。来ることができてうれしい。タンチョウはもっとたくさんいるのかと思っていた。(京都府城陽市・女性)
- ・タンチョウもいて自然が豊富。北海道の自然はどのくらい失われたのだろうか？(奈良県奈良市・女性)
- ・初めて霧多布湿原センターに入館し景観に感動した。湿原保護の大切さを知った。(北海道帯広市・男性)
- ・湿原の自然を守ってほしい。(兵庫県神戸市・男性)
- ・道を作ると人が入るのでよくない。見せるところは1ヶ所に決めて残す場所には人が入れないようにすべき。(愛知県師勝町・男性)
- ・湿原センターの周辺に売店や自販機を設置しない方がよい。閉ざされた地域のままでもよい。保護区への立ち入りは予約許可制有料でよい。(北海道千歳市・女性)
- ・維持管理の努力に対して敬意を表しますが、あまり観光地化しないようにしてほしい。(神奈川県逗子市・男性)
- ・タンチョウはどのくらいいるのですか？(北海道余市町・男性)

- ・ 湿原のことでききたいことがたくさんある。(東京都・女性)
- ・ 湿原を大切にしてもらいたい。(神奈川県横浜市・女性)
- ・ 自然・環境を大切に。(神奈川県横浜市・男性)
- ・ 現在の湿原と生態系を維持していけるように、むやみに観光地化しないことを望む。(神奈川県横浜市・男性)
- ・ 自然環境保護は本来国や自治体が行うべきであるが、それがなされない場合には手をこまねいているわけにもいかないので自然保護運動には協力したい。(東京都世田谷区・女性)
- ・ 現在の状態を保ち続けてほしい。(北海道中標津町・男性)
- ・ 現在の自然を保護してほしい。(岡山県倉敷市・男性)
- ・ 自然保護に必要な経費は国や自治体が支払うべき。(奈良県奈良市・女性)
- ・ 今日は霧のため湿原の本当の美しさを知ることができなく残念。花の種類の多さや鳥を近くで見ることのできる自然は北海道・霧多布のすばらしさだと感じた。(神奈川県横浜市・女性)
- ・ 質問の意味がわかりにくいものがある。来たばかりでよく見ていないうちに答えることになった。(神奈川県大和市・女性)
- ・ 霧の状況やツルの生態等をホームページで公開してもらいたい。(神奈川県座間市・男性)
- ・ 天気が悪くて残念。湿原を守り人間と動植物が共存できることを願う。自然はうるおいを与えてくれる。(三重県伊勢市・女性)
- ・ 天気が悪く湿原の本当の姿が見られなかった。いつまでも自然のまま残してもらいたい。(徳島県石井町・男性)
- ・ 釧路湿原と違い観光化されていなくてよい。(兵庫県伊丹市・女性)
- ・ 木道も制限した方がよい。魚類の展示を望む。(神奈川県厚木市・男性)
- ・ 霧で景色が望めず残念だった。(神奈川県川崎市・男性)
- ・ 遊歩道を歩いてきた。自然に囲まれて落ち着いた気持ちになった。霧が晴れたらまた歩いてみたい。人工的に手を加えずにこのままで。(愛媛県新居浜市・女性)
- ・ 晴れた日の湿原の映像が見られる設備がほしい(楽しみにして遠くから来ても霧で見えないと残念)。(神奈川県川崎市・男性)
- ・ 地元の方の生活環境と自然との調和を考え、その上で自然を残していければよい。(東京都武蔵野市・男性)
- ・ 霧で見えなくて残念。湿原センターが湿原から離れて建っていてよい。(北海道小樽市・男性)
- ・ この湿原を残してほしい。(富山県高岡市・男性)

#### 4. おわりに

夏の北海道は道外からの観光客がたいへん多く、霧多布湿原でもアンケート回答者の8割近くが道外からの訪問者であった。本研究を通じて、霧多布湿原への訪問者の多くが湿原の自然を大切に思っていることを感じることはできたが、一方で地元の人々の湿原に対する考え方を十分に知ることはできなかった。湿原を保全するにあたっては、浜中町とその周辺に住む人々の意見が重要であり、そのような観点から研究を継続していきたいと考えている。

本研究は、浜中町霧多布湿原センターより霧多布湿原学術研究助成を受けて行った。現地調査の際にお世話になりました霧多布湿原センターの富沢日出夫氏、伊東俊和氏、長岡滋男氏、京都大学北海道演習林長中島皇先生に厚くお礼申し上げます。

#### 引用文献

- (1) 足立芳寛(1998) エントロピーアセスメント入門. オーム社, 219pp, 東京.
- (2) 石城謙吉・福田正己編著(1994) 北海道・自然のなりたち. 北海道大学図書刊行会, 207pp, 札幌.



- (3) 石弘之・杉本裕明(1999)知恵蔵 1999. 朝日新聞社, 318-327, 東京.
- (4) 伊東俊和(1985)霧多布湿原おもしろ図鑑. 霧多布湿原ファンクラブ, 36pp, 浜中.
- (5) 栗山浩一(1996)釧路湿原における湿原景観の環境価値の計測. 林業経済研究 129 : 45~50.
- (6) 環境庁地球環境部(1997)三訂 地球環境キーワード事典. 中央法規, 183pp, 東京.
- (7) 栗山浩一(1997)公共事業と環境の価値. 築地書館, 174pp, 東京.
- (8) 栗山浩一(1998)環境の価値と評価手法. 北海道大学図書刊行会, 279pp, 札幌.
- (9) 栗山浩一(1998)CVM による釧路湿原のレクリエーション価値の評価. 林業経済研究 44(1) : 63~68.
- (10) 森岡弘之(1998)世界大百科事典 第2版. 日立デジタル平凡社, CD-ROM, 東京
- (11) 鷺田豊明・栗山浩一・竹内憲司編(1999)環境評価ワークショップー評価手法の現状ー. 築地書館, 165pp, 東京.

## [付録 1] 統計の理論

### 1. ベルヌーイ試行

1 個のサイコロを投げて 6 の目が出るかどうか注目してみる。そうすると、サイコロ投げという試行には、6 の目が出るか出ないかの 2 つの結果しかないと考えることができる。6 の目が出る確率は 1 回目の試行でも  $1/6$ 、2 回目の試行でも  $1/6$  であり常に一定である。さらに、1 回目に 6 の目が出たから 2 回目は 6 の目が出にくいとか、5 回続けて出なかったから 6 回目には 6 の目の出る確率は大きくなるというような性質は持っていない。つまり、他の試行結果に関する情報によって 6 の目の出る確率は左右されない。このような性質を持っている試行をベルヌーイ試行とよぶ。ベルヌーイ試行の性質をまとめると以下のようになる。

- (a) 試行結果は、成功あるいは失敗のいずれか一つである。
- (b) 成功確率  $p$  も失敗確率  $1-p$  も試行を通じて一定である。
- (c) 試行は独立であり、他の試行結果によって  $p$  の値は変化しない。

### 2. 2 項分布

この分布は、 $n$  回のベルヌーイ試行のなかで何回成功するか、という成功回数に関する分布である。成功回数  $x$  の確率分布は 2 項分布とよばれ、以下の式で与えられる。

$$f(x) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}, x = 0, 1, 2, \dots, n$$

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{x!(n-x)!} \quad (=2 \text{ 項係数})$$

$$\mu = np, \sigma^2 = npq$$

ここで、 $n$ =ベルヌーイ試行の回数、 $x$ =成功回数、 $p$ =成功確率、 $q$ =失敗確率= $1-p$ である。

### 3. ポアソン分布

ここでは、 $n$  回のベルヌーイ試行のなかで何回成功するかではなく、1 日に何件の交通事故が発生するか、1 ページあたりミスプリントが何個あるかというような事象を問題とする。交通事故は、車対車、車対物、車対人の無限に多くの出会いのなかで、まれに起こる事象である。1 ページあたりの活字の数は相当数に上るが、ミスプリントもまれにしかない。このように、非常に多くの試行回数があるものとみなせるけれども、まれにしか起こらない事象の生起回数はポアソン分布という確率分布で説明できる。

2 項分布において、平均生起回数は  $np$  で表すことができる。 $np=m$  ( $m$  は定数) として  $n$  を無限大にすると ( $p$  が 0 に近くなる)、2 項分布はポアソン分布となる。すなわち

$$\binom{n}{x} p^x q^{n-x} \rightarrow \frac{e^{-m} m^x}{x!}$$

である。なぜなら

$$\begin{aligned}
\binom{n}{x} p^x q^{n-x} &= \frac{n!}{r!(n-r)!} \left(\frac{m}{n}\right)^r \left(1 - \frac{m}{n}\right)^{n-r} \\
&= \frac{n(n-1)\cdots(n-r+1)}{r!} \left(\frac{m}{n}\right)^r \left(1 - \frac{m}{n}\right)^{n-r} \\
&= \frac{1}{r!} m^r \left(1 - \frac{m}{n}\right)^{n-r} \frac{n(n-1)\cdots(n-r+1)}{n^r} \\
&= \frac{1}{r!} m^r \left(1 - \frac{m}{n}\right)^{n-r} \left(\frac{n}{n}\right) \left(\frac{n-1}{n}\right) \cdots \left(\frac{n-r+1}{n}\right)
\end{aligned}$$

公式により

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{m}{n}\right)^n = e^{-m}$$

であるから

$$\binom{n}{x} p^x q^{n-x} \rightarrow \frac{e^{-m} m^x}{x!}$$

となる。

ポアソン分布の確率を  $f(x)$  とすれば

$$f(x) = \frac{e^{-m} m^x}{x!}, x = 0, 1, 2, \dots$$

$$\mu = m, \sigma^2 = m$$

となる。ポアソン分布の特徴として、平均も分散も  $m$  に等しいということがあげられる。これは、2項分布からポアソン分布が導かれるとき、 $np=m$  が一定の大きさに保たれ、 $p$  が 0 に近づく（つまり  $q$  が 1 に近づく）ので、 $npq$  は  $np$  に近いということを反映している。

#### 4. 同時確率分布

$X_1, X_2, \dots, X_n$  が観測されたとき、これは確率変数  $X_1, X_2, \dots, X_n$  がとりうる種々の値のなかで、 $X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n$  が同時に実現されたということを意味する。これを

$$P(X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta)$$

と表す。右辺はパラメータ  $\theta$  が与えられたときの標本  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  の同時確率分布とよばれる。パラメータ  $\theta$  は一定値であるが、 $X_1, X_2, \dots, X_n$  の値は実験あるいは観測によ

て変化する。

### 5. 尤度と尤度関数

標本の値  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  だけが利用可能な情報であるとき、このような観測結果をもたらした  $\theta$  の値として、 $0 < \theta < 1$  を満たすすべての実数を推定することができる。このように標本値  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  を固定して、 $f(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta)$  を  $\theta$  の関数とみなしたとき、この  $f$  を尤度 (likelihood) あるいは尤度関数 (likelihood function) とよぶ。そして尤度関数を特に

$$L(x_1, x_2, \dots, x_n; \theta)$$

と書く。

### 6. 最尤法 (maximum likelihood method, ML)

尤度関数の値を最大にする  $\theta$  の値を最尤推定値とよぶ。以下に最尤推定値を求める方法をポアソン分布を用いて説明する。パラメーター  $m$  のポアソン分布は

$$f(x) = \frac{e^{-m} m^x}{x!}, x = 0, 1, 2, \dots$$

によって与えられる。これを  $f(x) = f(x; m)$  と書く場合もある。 $x_1, x_2, \dots, x_n$  が、ポアソン分布からの無作為標本のとき、 $x_1, x_2, \dots, x_n$  は独立なので、同時確率分布は

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2, \dots, x_n; m) &= f(x_1) f(x_2) \cdots f(x_n) \\ &= \frac{e^{-m} m^{x_1}}{x_1!} \cdot \frac{e^{-m} m^{x_2}}{x_2!} \cdots \frac{e^{-m} m^{x_n}}{x_n!} \\ &= \frac{e^{-nm} m^{x_1+x_2+\dots+x_n}}{x_1! x_2! \cdots x_n!} \end{aligned}$$

と書くことができる。ここで観測された標本の値  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  を固定して、この標本の値をもたらした  $m$  の値は、どの値がもっともらしいかを考える。そこで、 $f$  を  $m$  の関数とみなすと、尤度関数  $L(m)$  は

$$\begin{aligned} L(m) &= L(m; x_1, x_2, \dots, x_n) \\ &= \frac{e^{-nm} m^{x_1+x_2+\dots+x_n}}{x_1! x_2! \cdots x_n!} \end{aligned}$$

となる。数学的な形としては、 $L(m)$  は  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  と同じであるが、尤度関数においては  $m$  を変数とみなし、 $x_1, x_2, \dots, x_n$  は与えられたものと考えているため、 $L(m)$  あるいは  $L(m; x_1, x_2, \dots, x_n)$  という表示をしている。

$L(m)$  の自然対数  $\ln L(m)$  を対数尤度関数と言う。尤度  $L(m)$  を最大にする  $m$  の値をみつけないとき、 $\ln L(m)$  を最大にする  $m$  の値と  $L(m)$  を最大にする  $m$  の値は同じであるという便利な性質を利用する。

$$\ln L(m) = -nm + (x_1 + x_2 + \dots + x_n) \ln m - \ln(x_1! x_2! \cdots x_n!)$$

$$= -nm + (x_1 + x_2 + \cdots + x_n) \ln m - (\ln x_1! + \ln x_2! + \cdots + \ln x_n!)$$

この式の左辺  $\ln L(m)$  を最大にする  $m$  の値は、 $\ln L(m)$  を  $m$  に関して微分して 0 とおいた式の解として得られる。したがって

$$\frac{d \ln L(m)}{dm} = -n + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n x_i = 0$$

より、 $m$  の最尤推定量を  $\hat{m}$  (エムハット) とすれば

$$\hat{m} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \bar{x}$$

すなわち、 $m$  の最尤推定量は標本平均  $\bar{X}$  によって与えられることがわかる。

## [付録2] アンケート用紙

### 霧多布湿原に関するアンケート調査にご協力をお願いします

霧多布湿原センターのご支援を受けまして「霧多布湿原における自然環境の経済的価値評価」という調査を行っております。どうかご協力をお願いいたします。

このアンケートは、無記名で行っており、お答えいただいた内容はこの研究のためだけに使用します。また、情報の管理にも細心の注意を払いますので、どうかご理解をお願いいたします。



#### [お願い]

- 18歳以上の方に、ご記入をお願いしています。
- 同一世帯の方々には、どなたか1人にご記入をお願いしています。
- 選択肢には選びにくいものもございますが、記入漏れのないようお願いいたします。

#### [アンケートの目的]

浜中町にとっての環境資源である霧多布湿原は、町内・道内のみならず日本全国から訪れる多くの人々に恩恵を与えていますが、訪問者に利用料は求められません。このような霧多布湿原の自然環境は、経済的にどれほどの価値を持っているのでしょうか？この調査では、霧多布湿原の経済的価値を環境経済学的手法を用いて明らかにするつもりです。自然環境がタダではないということを示すことで、貴重な湿原を保全する意義を示そうと思っています。

このアンケートに関するお問い合わせは、

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学情報学研究科社会情報学専攻生物圏情報学講座

助手・吉村哲彦（よしむらてつひこ）

TEL: 075-753-3131 / FAX: 075-753-3133

E-mail: yoshimu@i.kyoto-u.ac.jp

までお願いします。

## アンケート質問票

質問1 今回のご訪問についてお答え下さい。

- 1-1. 今回のご旅行は何日間のご予定ですか。 ( )泊( )日
- 1-2. ご自宅から霧多布湿原まで、片道どのくらい時間がかかりましたか(霧多布湿原へ直接来られた方のみお答え下さい)。 ( )時間( )分
- 1-3. 霧多布湿原には、どのくらい滞在しましたか、あるいは滞在するつもりですか。  
( )時間( )分
- 1-4. 霧多布湿原へは誰と何人(あなたご自身は除きます)で来られましたか。  
1. 家族( )人 2. 親戚( )人 3. 友人( )人  
4. 職場の同僚( )人 5. その他( )人
- 1-5. 今回のご旅行で、交通費は往復いくらかかりますか。(すべての旅程に要した交通費です。)
- 徒歩・自転車 0円
  - 電車・バス代 一人あたり( )円
  - ツアー費(ツアー参加者のみ) 一人あたり( )円
  - 飛行機 一人あたり( )円
  - フェリー ( )人で( )円(自動車を含む)
  - 自家用車・オートバイ 同乗者数 一台あたり( )人  
ガソリン代 一台あたり( )円  
有料道路代 一台あたり( )円  
レンタカー代 一台あたり( )円
  - その他( ) 一人あたり( )円
- 1-6. 今回のご旅行で、宿泊費(食事代を除く)は一人あたり1泊おいくらですか。
- 一人あたり1泊( )円
  - ツアー費に含まれる
  - 日帰り
- 1-7. 霧多布湿原の他に訪問した所、あるいは訪問する予定の所はありますか。  
1. ある 訪問地数( )/訪問地名( )  
2. ない
- 1-8. あなたの今回のご旅行にとって、霧多布湿原の重要度は何パーセントくらいですか。(目的地が霧多布湿原のみの旅行であれば100%として下さい。  
( )パーセント

**質問2** 霧多布湿原周辺の開発によって、湿原の動植物が減少あるいは絶滅したり、多様な生態系や景観が失われたりする危険が生じたと仮定します。

このような開発から自然環境を守るために、全国各地で環境を守りたい人々が自ら開発されそうな土地を買い上げるナショナルトラストと呼ばれる運動が行われています。

このようなナショナルトラスト運動により、霧多布湿原の生態系や景観は現状のまま維持できますが、その際に年間一人あたり（ ）円の援助が必要になるとします。このとき、あなたはこのナショナルトラスト運動に協力しますか。ここでは、このお金を支払うことにより、普段の生活において何らかの節約をしなければならなくなることを十分にイメージした上で慎重にお答え下さい。



1. 協力したい →  
 では、年間一人あたり（ ）円ならどうでしょうか？  
 1. 協力したい 2. 協力しない

2. 協力しない →  
 では、年間一人あたり（ ）円ならどうでしょうか？  
 1. 協力したい  
 2. 協力しない（高すぎる）  
 3. 協力しない（国や自治体による公的な資金で行うべき）  
 4. 協力しない（ナショナルトラスト運動に賛同しない）  
 5. 協力しない（その他の理由： ）

**質問3** 以下の言葉をご存知ですか。1つに○を付けて下さい。

ラムサール条約	1. 知っている	2. 聞いたことはある	3. 知らない
生物多様性	1. 知っている	2. 聞いたことはある	3. 知らない
タンチョウ	1. 知っている	2. 聞いたことはある	3. 知らない
湿地林	1. 知っている	2. 聞いたことはある	3. 知らない
レッドデータブック	1. 知っている	2. 聞いたことはある	3. 知らない

**質問4** 湿原に対するあなたのイメージをお答え下さい。1から6のうち1つに○を付けて下さい。

	5	4	3	2	1	6
	感じる	感じる	でもない	感じない	感じない	わからない
1. 野生生物が豊富である	5	4	3	2	1	6
2. 景観が美しい	5	4	3	2	1	6
3. 観光が盛んである	5	4	3	2	1	6
4. 役に立たない土地である	5	4	3	2	1	6
5. 生態系が維持されている	5	4	3	2	1	6



質問5 あなた様ご自身のことについてお尋ねします。

5-1. 今回を除いて霧多布湿原を今までに何回訪問されましたか。(通過しただけの場合は含みませんが、立ち寄って景色を見た場合は含みます。) ( ) 回

5-2. 昨年(1997年)1年間に何回霧多布湿原を訪問されましたか。(通過しただけの場合は含みませんが、立ち寄って景色を見た場合は含みます。) 年( ) 回

5-3. あなたの性別と年齢をお答え下さい。

性別(男・女) / 年齢( ) 歳

5-4. あなたの世帯は、あなたご自身も含めて何人ですか。( ) 人

5-5. あなたは週に何日くらい、休日がありますか。週に( ) 日 / 専業主婦

5-6. あなたのお住まいはどちらですか。

都道府県名( ) 市町村名( )

5-7. あなたのご職業をお答え下さい。1つに○を付けて下さい。

1. 会社員 2. 公務員 3. 自営業 4. 農林漁業  
5. 専門職(教育・医者・弁護士など) 6. 専業主婦 7. 学生 8. アルバイト  
9. 年金生活/無職 10. その他( )

5-8. あなたの世帯の年収は、手取りでどのくらいですか。(年金、仕送りなども含めます) 1つに○を付けて下さい。

1. 200万円未満 2. 200~400万円 3. 400~600万円  
4. 600~800万円 5. 800~1000万円 6. 1000~1200万円  
7. 1200~1500万円 8. 1500万円以上

このアンケートや霧多布湿原についてのご意見やご質問などがございましたらご自由にお書き下さい。研究の参考にさせていただきます。

ご協力ありがとうございました。

## 霧多布湿原の経済的価値評価

### —観光客、地域住民、日本国民の支払意志額に関する検討—

Environmental valuation of the Kiritappu Marsh

- A study on WTP of visitors, local and the whole Japanese people -

○吉村哲彦\*・上田昌史\*・高城勝信\*・酒井徹朗\*

Tetsuhiko YOSHIMURA, Masashi UEDA, Masanobu TAKAGI, Tetsuro SAKAI

#### 1. はじめに

北海道厚岸郡浜中町に位置する霧多布湿原は3,168haの広さを持ち、国内のラムサール条約登録湿地の中では釧路湿原、厚岸湖・別寒辺牛湿原に次ぐ3番目に大きな湿原である。写真-1は琵琶瀬展望台から撮影した霧多布湿原の全景であり、釧路湿原のような広さはないものの美しい自然景観を呈している。本研究では環境評価の一手法であるCVM(Contingent Valuation Method)を用いて霧多布湿原の自然環境の経済的価値を評価した。CVMは、アンケートなどで仮想的な環境変化を回答者に示して、この環境変化に対する支払い意志額や補償受容額をたずねて、環境価値を評価する手法である。回答者に環境の価値を直接尋ねる方式をとっているため、生態系や野生動物などの非利用価値を評価できる手法であり、アメリカでは環境破壊の損害賠償訴訟や環境政策にも用いられている。しかし、CVMでは被計測者が直接支払いを要求されるわけではないので、種々のバイアスにより回答がゆがめられる可能性を持つ。それでもこの方法がしばしば用いられる最大の理由は、他に適した方法がないことが大きい(1)とされるが、それゆえにCV調査の信頼性の向上が課題とされている。

我が国において湿原にCVMを適用した研究には、釧路湿原において景観の価値(2)、レクリエーションの価値(4)、生態系の価値を評価(5)した例がある。景観の価値評価については、札幌市周辺の一般市民を対象とした調査によって、支払意志額が年間一世帯あたり4,251円、レクリエーションの価値評価については、訪問者を対象とした調査によって、一人一回の訪問についての支払意志額が2,398円(中央値)、4,405円(平均値)であるとされている。生態系の価値評価については、訪問者を対象とした調査と札幌市で行った調査の結果、「国立公園に指定されていない湿原も保護する」というシナリオに対する支払意志額が年間一世帯あたり、それぞれ1,649円、1,470円であるとされている。

CVMでは、支払意志額に集計範囲の人数(あるいは世帯数)を乗じて評価対象の価値を算出する。しかし、支払意志額は、霧多布湿原の周辺に住む地域住民、湿原から遠くに住

---

\* 京都大学情報学研究科社会情報学専攻 Department of Social Informatics, Kyoto University

む一般市民、霧多布湿原を間近に見ている観光客の間で異なることが予想される。そこで本研究は、観光客、地域住民、日本国民という異なった立場にある3グループの支払意志額の差異を明らかにすることによって、CV調査の信頼性向上に寄与することを目的として実施した。

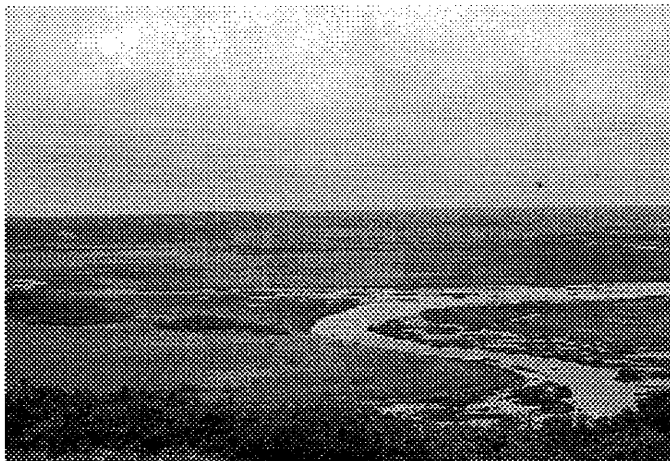


写真-1 霧多布湿原の風景

## 2. 方法

### 2.1 アンケート調査の概要

調査では、支払意志額を問うアンケート用紙を霧多布湿原センターにおいて観光客に直接配布・回収した。さらに、NTT ハローページから無作為に抽出することにより、北海道浜中町・弟子屈町・厚岸町・標茶町・根室市の住民に同じアンケート用紙を配布した。さらに同じ方法で、全国に住む住民からも。配布数、回収率などアンケートの概要を表-1に示した。本研究では、「X円以上支払う意志はあるか」という質問を2回提示する二段階二項選択法を採用した。質問は以下の通りである。

霧多布湿原周辺の開発によって、湿原の動植物が減少あるいは絶滅したり、多様な生態系や景観が失われたりする危険が生じたと仮定します。このような開発から自然環境を守るために、全国各地で環境を守りたい人々が自ら開発されそうな土地を買い上げるナショナルトラストと呼ばれる運動が行われています。このようなナショナルトラスト運動により、霧多布湿原の生態系や景観は現状のまま維持できますが、その際に年間一人あたり（ ）円の援助が必要になるとします。このとき、あなたはこのナショナルトラスト運動に協力しますか。

質問中の括弧内には、栗山(3)の例にしたがい表-2に示すような金額をランダムに提示した。また、湿原の生態系が破壊されるような状況下では、景観にも影響があるものと考えられるので、本研究では生態系と景観を一体として評価した。さらに、「このお金を支払うことにより、普段の生活において何らかの節約をしなければならなくなることを十分にイメージした上で慎重にお答え下さい」と付記して慎重な答えを求めた。

写真-2は湿原周辺部に立つ「売地」の看板であり、湿原中心部が開発されるようなこと

は考えられないものの、湿原周辺部の私有地が開発されるというシナリオの現実性を示すものである。



写真-2 「売地」の看板

表-1. アンケート調査の概要

	観光客	地元住民	日本国民
配布方法	面接	郵送	郵送
実施時期	1998年7月	1999年6月	1999年6月
回収/配布数	149/-	121/752	109/542
返送数	-	18	16
回収率	-	16.5%	20.1%
抵抗回答数	1	1	1

注：返送数は宛先人不明などによるもの。

注：「ナショナルトラスト運動に賛同しない」とした回答を抵抗回答としている。

表-2. 提示金額（円）

No.	T（最初の提示金額）	T <sup>U</sup> （賛成と答えたときの提示金額）	T <sup>L</sup> （反対と答えたときの提示金額）
1	300	500	100
2	500	800	300
3	800	1,000	500
4	1,000	2,000	800
5	2,000	3,000	1000
6	3,000	5,000	2,000
7	5,000	8,000	3,000
8	8,000	10,000	5,000
9	10,000	20,000	8,000
10	20,000	30,000	10,000

## 2.2 支払意志額推定モデル(3, 6)

二段階二項選択法を分析するモデルにはランダム効用モデル、生存分析、支払意志額関数モデルがあるが、本研究ではランダム効用モデルを採用した。このモデルでは、開発に

よって環境の状態が  $Q_0$  から  $Q_1$  へと悪化するとき、この環境の悪化を防止する環境保全政策の価値を評価する。回答者の間接効用関数  $U$  が以下のように観察可能な部分  $V$  と観察不可能な部分  $\varepsilon$  に分かれるものとする。

$$U = V(Q, M) + \varepsilon \quad (1)$$

とする。ただし、 $M$  は所得である。環境保全政策を実施するために  $T$  円の負担を回答者に提示したとき回答者が賛成と答える確率  $\Pr[\text{Yes}]$  は、 $\Delta V$  を観察可能な効用関数の差とすると

$$\begin{aligned} \Pr[\text{Yes}] &= \Pr[U(Q_0, M-T) + \varepsilon_0 \geq U(Q_1, M) + \varepsilon_1] \\ &= \Pr[\varepsilon_0 - \varepsilon_1 \geq -\Delta V] \\ &= 1 - F(-\Delta V) \end{aligned} \quad (2)$$

ただし

$$\Delta V = U(Q_0, M-T) - U(Q_1, M) \quad (3)$$

であり、 $F$  は誤差項の差 ( $\varepsilon_0 - \varepsilon_1$ ) の累積分布関数である。 $F$  がロジスティックであるならば、これはロジットモデルになり、

$$F(-\Delta V) = \frac{e^{-\Delta V}}{1 + e^{-\Delta V}} \quad (4)$$

となる。このとき

$$\Pr[\text{Yes}] = [1 + e^{-\Delta V}]^{-1} \quad (5)$$

$\Delta V$  には次のような線形関数あるいは対数線形関数を用いることが多いが、今回は対数線形関数を用いる。

$$\Delta V = a - bT \quad (6)$$

$$\Delta V = a - b \log T \quad (7)$$

パラメータ  $a$  および  $b$  は最尤法により推定する。尤度関数は以下のようになる。

$$L = \prod_i \left( d_i^{YY} P_{YY} + d_i^{YN} P_{YN} + d_i^{NY} P_{NY} + d_i^{NN} P_{NN} \right) \quad (8)$$

ここで、 $i$  は回答者の番号、 $d^{YY}$  は回答者が 2 回とも賛成と答えたときに 1、それ以外の場合は 0 となるダミー変数であり、 $d^{YN}$ 、 $d^{NY}$ 、 $d^{NN}$  も同様のダミー変数である。このとき、対数尤度関数は以下のようになる。

$$\ln L = \sum_i \left( d_i^{YY} \ln P_{YY} + d_i^{YN} \ln P_{YN} + d_i^{NY} \ln P_{NY} + d_i^{NN} \ln P_{NN} \right) \quad (9)$$

ここで、この式の値を最大化する  $a$ 、 $b$  を求めるのであるが、本研究では Stata Corporation (<http://www.stata.com/>) の Intercooled Stata 5.0 を計算に用いた。使用したプログラムは付録に示した。

支払意志額は中央値 ( $\text{Pr}[Yes]=0.5$  となる時の支払意志額の値) あるいは平均値 ( $\text{Pr}[Yes]$  の確率分布曲線の下側の面積が支払意志額の値) によって決定される。平均値の場合、一般に最大提示額 (本研究の場合 30,000 円) までの面積に基づいて計算する。支払意志額の推定値として平均値を用いるか中央値を用いるかについては議論が分かれているが、平均値は支払意志額の分布型の影響を受けやすく、一般に平均値は中央値よりも高い金額になる傾向がある (5)。本研究では、過大評価よりも過小評価の方がよいと考え中央値を選択した。

### 3. 結果

#### 3.1 アンケート回答者の属性

表-3 にアンケート回答者の属性について示した。サンプルの抽出に電話帳を使用したため、郵送では男性の比率がかなり高く、また比較的高齢者の回答が多かった。職業で見ると、「地元住民」では公務員が多く、「日本国民」では会社員が多かった。また、「観光客」は、「地元住民」「日本国民」より、やや年収が高い傾向にあった。

表-4 は、居住地別のアンケート回答者数を示している。この表によると、「観光客」の多くは関東、近畿などの大都市圏から訪れていることがわかる。道内からの「観光客」は 21.0% にすぎない。

表-5 は、「地元住民」の市町別アンケート回答者数で根室市が 41.7% を占めているが、人口も根室市が圧倒的に多い。

表-6 は、霧多布湿原への訪問回数を示している。この表から「観光客」の中には、かなりの数のリピーターがいることがわかる。また、「日本国民」の訪問者は 7 人とそれほど多

くない。

表-7は居住地方別霧多布湿原の知名度を示した表であり、北海道での知名度が高いのに対して、それ以外の地方では10%前後の知名度（定義は表-7下の注）にとどまっている。しかし、「知っている」「聞いたことがある」をあわせると、全国平均では44.1%の回答者が、これに該当した。

表-3 アンケート回答者の属性

項目	カテゴリー	人数		
		観光客	地元住民	日本国民
性別	男	99	97	89
	女	49	23	19
	無回答	1	1	1
年齢	-29	37	9	4
	30-39	42	16	13
	40-49	30	19	17
	50-59	24	30	34
	60-69	12	32	18
	70-	1	14	21
	無回答	3	1	2
職業	会社員	70	16	33
	公務員	25	26	6
	自営業	4	14	14
	農林漁業	1	13	9
	専門職	8	8	3
	専業主婦	13	7	5
	学生	10	0	1
	アルバイト	1	6	4
	年金生活/無職	8	26	27
	その他	6	3	3
	無回答	3	2	4
年収（手取り）	200万円未満	10	15	11
	200～400万円	31	31	29
	400～600万円	22	21	25
	600～800万円	32	27	12
	800～1,000万円	18	11	18
	1,000～1,200万円	7	4	5
	1,200～1,500万円	10	2	1
	1,500万円以上	6	4	5
無回答	13	6	3	

表-4 居住地別アンケート回答者数

地方名	観光客	日本国民
北海道	31	9
東北	6	16
関東	56	26
中部	15	18
近畿	31	12
中国	3	9
四国	2	6
九州	4	12
無回答	1	1

表-5 地元住民の市町別アンケート回答者数

市町名	人数
浜中町	9
厚岸町	27
標茶町	13
弟子屈町	18
根室市	50
無回答	4

表-6 霧多布湿原への訪問回数

市町名	観光客	地元住民	日本国民
0回	96	27	101
1～3回	26	47	7
4～10回	17	27	0
11～30回	3	10	0
31回以上	5	3	0
無回答	2	7	1

注：観光客の回数は調査日の訪問を除く。

注：訪問の定義を「通過しただけの場合は含まないが、立ち寄って景色を見た場合は含む」とした。

表-7 居住地別霧多布湿原の知名度（日本国民）

地方名	知っている	聞いたことはある	知らない	無回答	知名度(%)
北海道	6	2	1	0	66.7
東北	2	4	9	1	13.3
関東	2	8	13	3	8.7
中部	2	3	12	1	11.8
近畿	2	2	8	0	16.7
中国	1	1	6	1	12.5
四国	0	3	2	1	0.0
九州	1	5	6	0	8.3
無回答	0	1	0	0	-

注：知名度＝知っている／総数×100で無回答を除いて計算した。

### 3.2 支払意志額の推定結果

表-8は、推定されたパラメーターと支払意志額（中央値）である。提示金額に対して賛成する確率は図-1のような曲線になった。



表-8 推定結果

	観光客	地元住民	日本国民
<i>a</i>	8.628	5.109	4.757
<i>b</i>	1.097	0.739	0.697
N	147	115	105
対数尤度	-188.698	-127.270	-111.891
支払意志額（中央値）	2,605 円	1,002 円	921 円

注：支払意志額に関する不完全な回答および抵抗回答を除外して計算した。

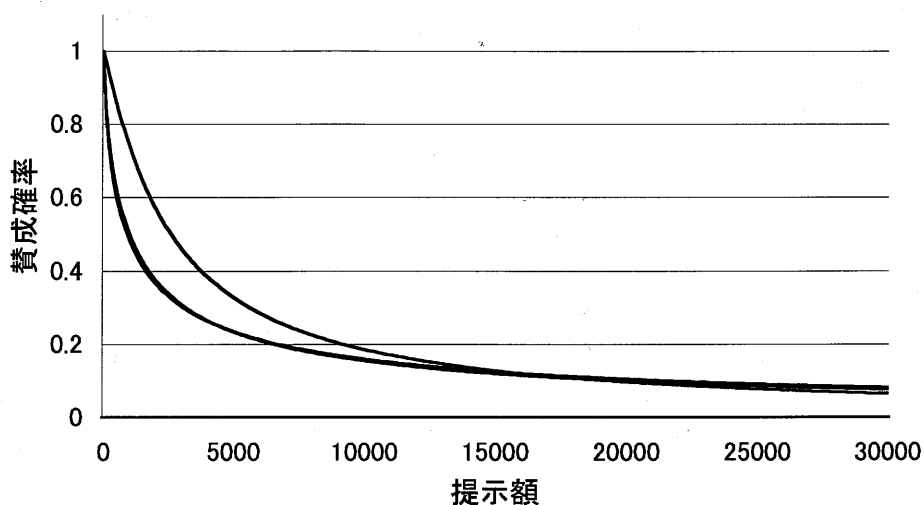


図-1 提示額と賛成確率の関係

— 観光客 — 地元住民 — 日本国民

次に、これらの支払意志額の差が統計的に有意なものであるかどうかを調べるために尤度比検定を行った。方法は以下の通りである(5)。サンプル A の支払意志額  $WTP_A$  とサンプル B の支払意志額  $WTP_B$  の差が統計的に有意であるかどうかを検定する場合を考える。サンプル A のみで推定したときの対数尤度を  $LL_A$ 、サンプル B のみで推定したときの対数尤度を  $LL_B$ 、そしてサンプル A と B をプールして推定したときの対数尤度を  $LL_{A+B}$  としよう。ここで、 $WTP_A$  と  $WTP_B$  が等しいという帰無仮説を検定する。尤度比検定によって、この検定を行うためには、次式がカイ 2 乗分布にしたがうことを利用する

$$-2*(LL_{A+B} - (LL_A + LL_B)) \sim \chi^2$$

観光客、地元住民、日本国民の支払意志額を、それぞれ  $WTP_{VISITOR}$ 、 $WTP_{LOCAL}$ 、 $WTP_{WHOLE}$  とするとき、これらが等しいかどうかを検定した結果を表-9 に示す。結果として、 $WTP_{LOCAL}$  と  $WTP_{WHOLE}$  が等しいという帰無仮説は棄却できなかったが、他は帰無仮説が棄却された。したがって、地元住民と日本国民の支払意志額は同等であるが、観光客の支払意志額は地

元住民や日本国民の支払意志額とは差があるという結果になった。地元住民と日本国民の支払意志額が同等であるのは、生態系の価値が広く多数の人々に及ぶことを裏付ける結果であると言えよう。

表-9 尤度比検定の結果

帰無仮説	カイ 2 乗	p 値	結果
$WTP_{VISITOR} = WTP_{LOCAL}$	14.888	0.000	$WTP_{VISITOR} > WTP_{LOCAL}$
$WTP_{VISITOR} = WTP_{WHOLE}$	15.492	0.000	$WTP_{VISITOR} > WTP_{WHOLE}$
$WTP_{LOCAL} = WTP_{WHOLE}$	0.092	0.762	$WTP_{LOCAL} = WTP_{WHOLE}$

注：p 値は自由度 1 のカイ 2 乗分布から求めた。

同様の比較をコルモゴロフ・スミルノフの 2 標本検定を用いて行った結果を表-10 に示す。この検定では、3 つの支払意志額曲線からランダムに 100 サンプルずつを取り出して、母集団の分布に違いがあるかどうかを調べた。その結果は尤度比検定の場合と一致していた。

表-10 コルモゴロフ・スミルノフの 2 標本検定の結果

帰無仮説	カイ 2 乗	p 値	結果
$WTP_{VISITOR} = WTP_{LOCAL}$	14.888	<0.005	$WTP_{VISITOR} > WTP_{LOCAL}$
$WTP_{VISITOR} = WTP_{WHOLE}$	15.492	<0.001	$WTP_{VISITOR} > WTP_{WHOLE}$
$WTP_{LOCAL} = WTP_{WHOLE}$	0.092	>0.10	$WTP_{LOCAL} = WTP_{WHOLE}$

### 3.3 霧多布湿原の経済的価値

地元住民と日本国民の支払意志額が同等であったことから、地域による支払意志額の差はないものとみなして、霧多布湿原の経済的価値を以下のように算出した。

$$921 \text{ (円/人/年)} \times 125,570,246 \text{ (人)} = 115,650,196,566 \text{ (1,157 億円/年)}$$

同様に、北海道民にとっての霧多布湿原の経済的価値（日本国民の支払意志額から試算）は

$$921 \text{ (円/人/年)} \times 5,692,321 \text{ (人)} = 5,242,627,614 \text{ (52 億円/年)}$$

地元住民（浜中町・弟子屈町・厚岸町・標茶町・根室市）にとっての霧多布湿原の経済的価値は、

$$1,002 \text{ (円/人/年)} \times 75,845 \text{ (人)} = 75,996,690 \text{ (円/年)}$$

浜中町商工観光課によると、厚岸道立自然公園霧多布地区の平成9年度の観光入り込み客数は401,200人であるので、これを霧多布湿原への訪問者数とすると、霧多布湿原の訪問者にとっての経済価値は

$$2,605 \times 401,200 = 1,045,126,000 \text{ (10億4,500万円/年)}$$

となる。

これらの評価価値を、CVMを用いて北海道の自然環境を評価した既存の研究結果(表-10)と比較してみる。知名度のある釧路湿原には及ばないまでも、霧多布湿原にもかなり高い価値が認められたと言える。

表-10 CVMを用いた北海道の自然環境の経済価値

評価価値	アンケート対象	支払意志額	経済価値算出の対象	経済価値
松倉ダム建設による生態系破壊の損害(3)	函館・札幌市内	8,756 (中央値) 円/世帯/年	北海道民	193億円
釧路湿原のレクリエーション価値(4)	訪問者	2,398 (中央値) 円/訪問者/訪問回数	訪問者	28億円
釧路湿原の景観価値(5)	訪問者	3,522 (中央値) 円/世帯/年	訪問者	23億円
同上(5)	札幌市内	2,063 (中央値) 円/世帯/年	北海道民	148億円
釧路湿原の生態系価値(周辺の森林すべてを保護)(5)	訪問者	13,036 円/世帯/年	訪問者	21億円
同上(5)	札幌市内	11,622 円/世帯/年	北海道民	256億円
雨竜沼湿原のレクリエーションと植生(7)	訪問者	1,186 (中央値) 円/人/年	訪問者	1億円

#### 引用文献

- (1) 足立芳寛(1998)エントロピーアセスメント入門. オーム社, 219pp, 東京.
- (2) 栗山浩一(1996)釧路湿原における湿原景観の環境価値の計測. 林業経済研究 129: 45~50.
- (3) 栗山浩一(1997)公共事業と環境の価値. 築地書館, 174pp, 東京.
- (4) 栗山浩一(1998)CVMによる釧路湿原のレクリエーション価値の評価. 林業経済研究 44(1): 63~68.
- (5) 栗山浩一(1998)環境の価値と評価手法. 北海道大学図書刊行会, 279pp, 札幌.
- (6) 牧厚志・宮内環・浪花貞夫・縄田和満(1997)応用計量経済学 II. 多賀出版, 315pp, 東京.
- (7) 庄子康(1999)自然公園管理に対するCVM(仮想的市場評価法)を用いたアプローチ. ランドスケープ研究 62(5): 699-702.

## 付録

### 最尤法によるパラメーター推定プログラム

```
cap log close
set more off
log using kiritappu, replace

clear
use kiritappu
cap program drop myll
program define myll
    local lnf "`1'"
    local I "`2'"
    local beta "`3'"
    local res : word 1 of $S_mldepn
    local tu : word 2 of $S_mldepn
    local tm : word 3 of $S_mldepn
    local tl : word 4 of $S_mldepn
    qui {
        replace `lnf' = ln(1-1/(1+exp(`I'-`beta'*`tu')))) if `res'==1
        replace `lnf' = ln(1/(1+exp(`I'-`beta'*`tu')) /*
            */ -1/(1+exp(`I'-`beta'*`tm')))) if `res'==2
        replace `lnf' = ln(1/(1+exp(`I'-`beta'*`tm')) /*
            */ -1/(1+exp(`I'-`beta'*`tl')))) if `res'==3
        replace `lnf' = ln(1/(1+exp(`I'-`beta'*`tl')))) if `res'==4
    }
end

eq myeq: type ltu ltm ltl
eq beta:

ml begin
ml function myll
```

```
ml method lf
mat b0 = (1)
mat coleq b0 = beta
mat colnames b0 = _cons
ml model b = myeq beta, depv(40) cons(11) from(b0)
ml sample mysamp
mat list b
ml maximize f V
ml post myest
ml mlout myest
log close
```

## 森林における GIS の利用

GIS とは地理情報をコンピューターに蓄えて、データの分析をしたり結果を視覚的に表示したりするシステムのことです。GIS があれば、どこに何があるのかがすぐにわかります。では、森林の GIS とはどんなものなのでしょうか？

山は尾根や谷のある凸凹した地形をしていますので、これを GIS で表示すると図-1 のようになります。GIS を用いると、この地形の上になんらかの情報を重ねて表示することができます。例えば、中の図は山の斜面の傾斜を表示したものです。赤いところが最も傾斜が急で、黄色、緑、水色、青の順に傾斜が緩くなります。傾斜が急なところでは山崩れがよく発生します。

GIS を使ってシミュレーションをすることができます。下の図は、山での水の流れをシミュレーションした結果です。雨は山全体に降りますが、その雨水は地形が窪んだ谷に集まって、下流に行くほど水の流れる量が多くなります。下の図で赤いところには水がたくさん集まります。このように水がたくさん集まる場所でも山崩れは多く発生します。

山に「林道」や土砂を止める「砂防ダム」を建設する際には、このような情報を活用することが有効です。

このような用途以外にも、GIS は森林資源管理、野生動物管理など様々な用途に使用されています。

