

関東地方における縄文時代の生態系の復元： 吉井貝塚・茅山貝塚・橋立岩陰遺跡・加曽利貝塚の例

柴田健一郎*・太田 薫**・松川正樹***

Reconstruction of the Jomon ecosystems in the Kanto region based on Yoshii and
Kayama shell mounds, Hashidate rock shelter, and Kasori shell mounds

SHIBATA Kenichiro*, OTA Kaoru** and MATSUKAWA Masaki***

キーワード：生態系，縄文時代，三浦半島，橋立岩陰遺跡，加曽利貝塚，人口密度

Key words: **ecosystem, Jomon period, Miura Peninsula, Hashidate rock shelter, Kasori shell mounds, population density**

関東地方の貝塚や遺跡から出土した遺物に基づき，食物網とエネルギー流の観点から縄文時代早期の三浦半島，埼玉県橋立岩陰遺跡周辺，縄文時代後期の千葉県加曽利貝塚周辺の生態系を定量的に復元した。三浦半島の解析は多種多様の動物遺物を出土する吉井，茅山貝塚のデータに基づいた。復元したいずれの地域の生態系でも，イノシシ (*Sus scrofa*) とニホンジカ (*Cervus nippon*) が多く生息していたことが示された。縄文時代のヒト (*Homo sapiens*) の許容人口密度は7.3~22.9 人/km² と見積もられ，現在の人口密度よりも極めて小さく，採集・狩猟生活での限界の人口密度を示している。加曽利貝塚周辺の生態系では，これまでに復元された更新世の関東地方の生態系と比較すると，ニホンオオカミ (*Canis lupus hodophilax*) の許容個体数密度が小さく見積もられた。ヒトが生態系に侵入して多くの食料を得るようになったことが，大型哺乳類の個体数の低下や絶滅の一因になったと考えられる。

Paleo-ecosystems of the Early and Late Jomon period (ca 12,000 to 2,400 years ago) are reconstructed quantitatively on the basis of relics from shell mounds in the Miura Peninsula, the Hashidate rock shelter in Saitama Prefecture, and Kasori shell mounds in Chiba Prefecture. Yoshii and Kayama shell mounds were studied in the analysis of the Miura Peninsula. The results show the dominance of *Sus scrofa* and *Cervus nippon* in the reconstructed paleo-ecosystems. The population density of the Jomon people was estimated as 7.3-22.9 persons per 1 km², which is interpreted to reflect a limited population pursuing a collecting and hunting life style. Population density of *Canis lupus hodophilax* in the Kasori paleo-ecosystem was estimated at less than the density in the previously reconstructed Pleistocene ecosystem of the Kanto region. Increased human population and associated food consumption are interpreted to have resulted in the decrease and/or extinction of the large mammals.

* 横須賀市自然・人文博物館 〒238-0016 神奈川県横須賀市深田台 95

** 東京学芸大学・教育学部 〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1 (現所属：東京都豊島区立池袋小学校)

*** 東京学芸大学・環境科学分野 〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4-1-1

原稿受付 2010年10月30日 横須賀市博物館業績 第638号

はじめに

縄文時代(約12,000~2,400年前)に、日本列島で人類が生活していたことは遺跡資料から証拠づけられている。日本各地から出土する貝塚には、当時のヒトの生活文化を理解するための遺物が含まれている。これらの遺物に含まれる動植物遺物は、古代人の食性を推定するために有用であり、それら動植物が当時生息していたことを示す直接的な証拠にもなる。従って、これら動植物遺物は、当時の自然環境や生態系を復元するための好材料となる。

関東地方には100を越える貝塚が発見されている(例えば、Koyama, 1978; 金子, 1982)。特に、三浦半島では、1886年以来、20近くの貝塚が発見され、豊富な資料が残されている(野内, 2010c)。本論文では、エネルギー流と食物網の観点から古生態系を定量的に復元したMatsukawa *et al.* (2006)の手法を用いて、三浦半島における縄文時代の生態系を復元する。この手法は当時のヒトや動物の生息個体数を定量的に復元する。また、関東地方の縄文時代の山地と平野の生態系

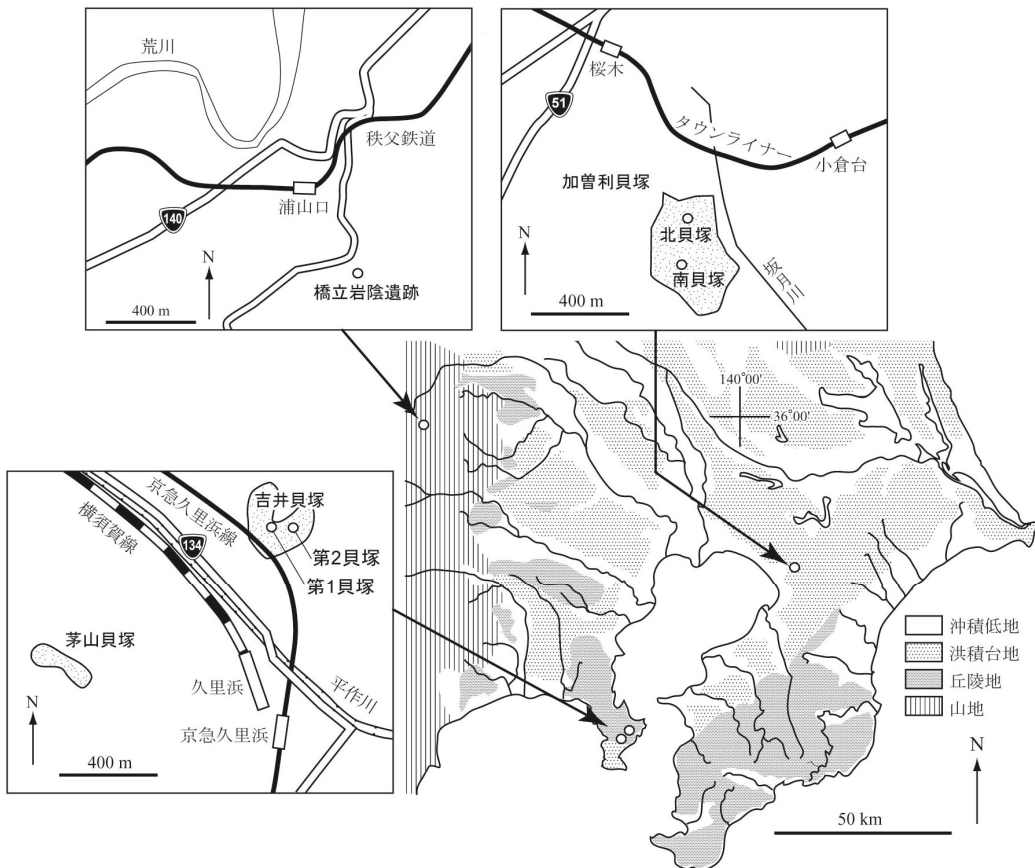
として埼玉県秩父市の橋立岩陰遺跡と千葉県千葉市の加曽利貝塚を取り上げ、同じ手法を用いて定量的に古生態系を復元する。これらの各生態系を比較し、当時の関東地方の生態系の地域的多様性と、ヒトの生活について考察する。

生態系を復元する貝塚・遺跡の概略

本論文では、関東地方で多種多様の動物遺物を出土する縄文時代の貝塚・遺跡として、神奈川県横須賀市の吉井、茅山貝塚と、埼玉県秩父市の橋立岩陰遺跡、ならびに千葉県千葉市の加曽利貝塚を取り上げる(第1図、第1表)。

吉井貝塚

横須賀市東部に位置する吉井貝塚は、第1貝塚と第2貝塚からなり、下部貝層と上部貝層が確認されている。放射性炭素 ^{14}C 年代測定により、第1貝塚下部貝層が $7,930 \pm 120$ 年前、上部貝層が $4,820 \pm 90$ 年前の年代が得られており(野内, 1990)、それぞれ縄文時代早期後葉~末葉、中期後葉~後期初頭の貝層と考えられて



第1図 関東地方の地形区分と吉井貝塚、茅山貝塚、橋立岩陰遺跡、加曽利貝塚の位置。金子(1982)を改変。

第1表 吉井貝塚、茅山貝塚、橋立岩陰遺跡、加曾利貝塚の時期、土器形式、ならびに ¹⁴C年代。¹⁴C年代は野内(1990)に基づく。太字は本論文で食物網とエネルギー流モデルに基づいて定量的に解析する遺跡、時代を示す。

時期	土器形式	¹⁴ C年代	遺跡	
縄文時代	草創期	細隆線文・爪形文	橋立岩陰遺跡	
	早期	燃糸文		橋立岩陰遺跡
		押型文		橋立岩陰遺跡
	早期後葉	茅山上層	7,930±120	吉井貝塚 (第1貝塚)
	早期後葉	茅山下層	7,560±140	茅山貝塚
	前期前葉	関山式		吉井貝塚 (第1貝塚)
	中期後葉	加曾利E	4,820±90	吉井貝塚 (第1貝塚)
	中期後葉	加曾利EI・EII		加曾利貝塚
	後期前葉	堀之内		加曾利貝塚
	後期中葉	加曾利B		加曾利貝塚

いる(野内, 2010a, c)。第1貝塚からは縄文時代早期後葉(茅山上層式)、前期前葉(関山式)、中期後葉(加曾利E式)と解釈される遺物が出土し、魚類、爬虫類、鳥類、哺乳類の遺物が豊富に得られている(赤星, 1962; 金子, 1982)。また、下部貝層より少なくとも7個体分の人骨が得られている(鈴木, 1963)。これらの遺物のリストを第2表に示す。

なお、金子(1982)は遺物のリストについて最小個体数と骨片数を示し、魚類遺物については骨片数、獣類遺物については最小個体数を重視して議論している。本論文ではこれに従い、魚類遺物は骨片数、両生類、爬虫類、鳥類、哺乳類は最小個体数をカウントし、リストを作成した。この計数法は、以後に示す貝塚、遺跡でも同様である。

茅山貝塚

茅山貝塚は、横須賀市北東部、吉井貝塚の約1km南西に位置する縄文時代と弥生時代～古墳時代にかけての複合遺跡である。縄文時代の貝層は放射性炭素¹⁴C年代測定により7,560±140年前の年代が得られており(野内, 1990)、縄文時代早期後葉と前期前葉の遺跡と考えられている(野内, 2010b, c)。縄文時代早期(茅山下層式)と解釈される魚類、哺乳類の遺物が出土し(赤星・岡本, 1962; 金子, 1982)、人骨(頭蓋骨破片・左下顎骨)も得られている(西村, 1950)(第2表)。

橋立岩陰遺跡

橋立岩陰遺跡は、埼玉県秩父市で発見された山間盆地に形成された石灰岩岩陰遺跡である。縄文時代草創期(細隆線文・爪形文)、早期(燃糸文、押型文)の遺物が出土し、ツキノワグマ(*Ursus thibetanus*)やカモシ

カ(*Capricornis crispus*)、キジ(*Phasianus versicolor*)など、山地に生息する動物種が得られている(金子, 1982, 第3表)。人骨の報告はこれまでにない。

加曾利貝塚

加曾利貝塚は千葉県千葉市の平野に形成された貝塚で、南北2つの貝塚からなる。北貝塚から中期後葉(加曾利EI・II式)、南貝塚から後期前葉(堀之内式)、ならびに後期中葉(加曾利B式)の動物遺物が豊富に出土する(金子, 1982; 第4表)。加曾利貝塚からは合計47個体分の人骨が報告されているが、北貝塚から加曾利EI・II式期の人骨6個体分、南貝塚から堀之内式期の人骨9個体分、加曾利B式期の人骨8個体分の年代が確認されている(木村, 2002)。

古生態系の復元方法の概略

Matsukawa *et al.* (2006) が示した古生態系の復元方法は以下の通りである。

産出した動物化石の食性から食物網をモデル化する。次に、植物化石から当時の植生を復元し、単位面積当たりの純一次生産力(NPP: Net Primary Productivity)を求める。植生に応じた純一次生産力は、Whittaker(1975)に示されている。単位面積当たりの純一次生産力に復元する生態系の面積を乗ずれば、生態系全体の純一次生産力が見積もられる。植物は食物網モデルに従って草食動物(一次消費者)に利用され、さらに草食動物は肉食動物(二次消費者)に捕食される。このようにエネルギーが次の栄養段階の動物へと移行する際には、必ずエネルギーの損失が生じる。Heal and MacLean(1975)とBegon *et al.* (1999)は、動物の分類群ごとに消費効率・同化効率・生産効率の3つの変換効率を示し、エネルギーの損失を視覚的に表した(第2図)。これら3つの変換効率(第5表)を用いてエネルギーの損失を考慮し、次の栄養段階へ移行するエネルギー量を見積もる。

ある栄養段階に流入するエネルギーは、その栄養段階に属する複数の動物種が競合する。それぞれの動物種が獲得するエネルギー量比は、出土する動物の個体数比と所要エネルギー量比によって見積もる。例えば、ある栄養段階に*n*種の動物が属する場合、動物種*j*が獲得するエネルギーの割合*R_j*は

$$R_j = \frac{a_j N_j}{\sum_{i=1}^n a_i N_i}$$

で見積もられる(Shibata *et al.*, 2007)。ここで*a_i*、*N_i*はそれぞれ動物種*i*の所要エネルギー量と化石(遺物)の産出(出土)数である。本論文では、終原ほか(2004)及びMatsukawa *et al.* (2006)により考案された式(第6表)を用いて各動物のエネルギー所要量を見積もった。また、エネルギー所要量の見積りに必要な動物の体重は、樋口ほか(1996a, b)、伊沢ほか(1996)、川道

(1996), 千石ほか (1996) に基づき推定した。縄文時代のヒト (*Homo sapiens*) の体重については後述する。

以上の計算を食物網モデルに従うと、各動物種の個体群が獲得するエネルギー量が見積もられる。そして、これらの値を各個体の所要エネルギー量で除すれば、

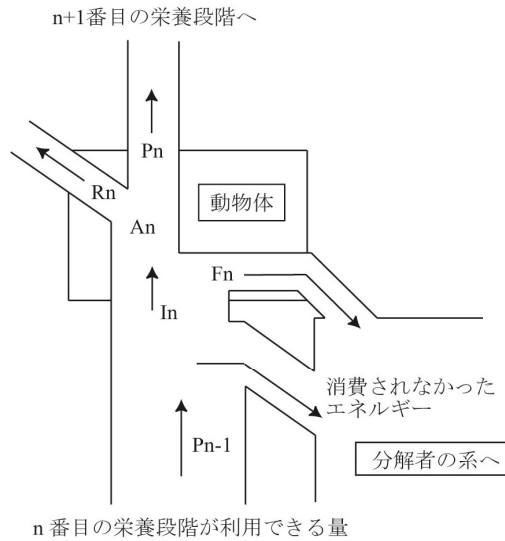
生態系内に生息できる動物の個体数(許容個体数)を見積もることができる。さらに許容個体数を復元する生態系の面積で除することにより、許容個体数密度が算出される。また、許容個体数に各個体の体重を乗じることにより、生物量が算出される。

第2表 吉井貝塚, 茅山貝塚から出土した遺物のリスト。データは金子 (1982), 西村 (1950) に基づく。数字は魚類は骨片数, 他の分類群は最小個体数を示す。太字の数字は本論文で食物網とエネルギー流モデルに基づいて定量的に解析するデータを示す。

分類群	遺跡	吉井貝塚(第1貝塚)			茅山貝塚	合計
		早期 後葉 (茅山 上層式)	前期 前葉 (関山式)	中期 後葉 (加曾利 E式)	早期 後葉 (茅山 下層式)	
サメ目	Selachii	27		6	1	34
トビエイ	<i>Myliobatis tobijei</i>				1	1
エイ類	Rays	15	1			16
ハモ	<i>Muraenesox cinereus</i>	1				1
ボラ	<i>Mugil cephalus</i>	514	3	2		519
ボラ科	Mugilidae				12	12
マグロ属	<i>Thunnus</i> sp.	6	5	21	13	45
カツオ属	<i>Katsuwonus</i> sp.				1	1
ソウダカツオ属	<i>Auxis</i> sp.				1	1
マカジキ	<i>Kajikia audax</i>				1	1
カジキ類	Spearfish or Swordfish	1		1		2
カジキマグロ類	Spearfish or Swordfish				70	70
ブリ属	<i>Seriola</i> sp.	183	4		3	190
スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>	103	4	2	10	119
ハタ類	Groupers	11		5	1	17
コショウダイ	<i>Plectorhynchus cinctus</i>			2		2
イシダイ	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	2		4	1	7
マダイ	<i>Pagrus major</i>	1,333	34	38	59	1,464
クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	376	14	22	11	423
ヘダイ	<i>Rhabdosargus sarba</i>	1		1		2
カンダイ	<i>Semicossyphus reticulatus</i>	18	4	3	2	27
メバル属	<i>Sebastes</i> sp.	1				1
コチ	Flatheads	1		1		2
ヒラメ	<i>Paralichthys olivaceus</i>	1			3	4
爬虫類	ウミガメ類				1	1
鳥類	ウミウ		2	1		3
	ハシボソカラス		1			1
	ニホンザル	1	1	4		6
	ヒト	7			2	9
	タヌキ	14	1	2		17
	イヌ	4	1	2		7
	イタチ			1		1
	アナグマ	5		1		6
哺乳類	アシカ類	4		1		5
	イノシシ	60	6	9	3	78
	ニホンジカ	21	2	3	1	27
	ムササビ		1			1
	ノウサギ	1	1	1		3
	マイルカ			1		1
	バンドウイルカ			1		1
	イルカ類		1	12		13

第3表 橋立岩陰遺跡から出土した遺物のリスト. 金子 (1982) を改変. 数字は魚類は骨片数, 他の分類群は最小個体数を示す. 太字の数字は本論文で食物網とエネルギー流モデルに基づいて定量的に解析するデータを示す.

分類群	遺跡		橋立岩陰遺跡			合計
	時期		草創期 (細隆線文 ・爪形文)	早期 (捺系文)	早期 (押型文)	
鳥類	キジ	<i>Phasianus versicolor</i>			1	1
	ニホンザル	<i>Macaca fuscata</i>	1	1	1	3
	タヌキ	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	1		1	2
	ツキノワグマ	<i>Ursus thibetanus</i>	1	1	1	3
	テン	<i>Martes melampus</i>			1	1
哺乳類	アナグマ	<i>Meles meles</i>	1		1	2
	イノシシ	<i>Sus scrofa</i>	4	2	2	8
	ニホンジカ	<i>Cervus nippon</i>	1	2	1	4
	カモシカ	<i>Capricornis crispus</i>	1		2	3
	ムササビ	<i>Petaurista leucogenys</i>			1	1
	ノウサギ	<i>Lepus brachyurus</i>	1			1



In/Pn-1	消費効率	Pn : 生産力
An/In	同化効率	Rn : 呼吸などによるエネルギーの消費
Pn/An	生産効率	Fn : 排泄によるエネルギーの消失
		In : エネルギー摂取量
		An : 同化エネルギー

第2図 ある栄養段階を通過するエネルギーの流れと損失. Begon et al. (1999) を改変.

第4表 加曾利貝塚から出土した遺物のリスト。データは金子 (1982) と木村 (2002) に基づく。数字は魚類は骨片数、他の分類群は最小個体数を示す。太字の数字は本論文で食物網とエネルギー流モデルに基づいて定量的に解析するデータを示す。

分類群	遺跡	加曾利貝塚			合計
		中期 後葉 (加曾利 EI・II式)	後期 前葉 (堀之 内式)	後期 中葉 (加曾利 B式)	
	ネコザメ亜目	Heterodontinae		1	1
	ドチザメ	<i>Triakis scyllium</i>			7
	サメ類	Sharks		1	1
	トビエイ	<i>Myliobatis tobijei</i>	1	1	2
	エイ類	Rays		1	1
	ウナギ	<i>Anguilla japonica</i>		1	1
	ソウダカツオ	<i>Auxis</i> sp.		1	1
	メカジキ	<i>Xiphias gladius</i>		1	1
魚類	スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>	1	10	6
	クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	48	199	239
	ヘダイ	<i>Rhabdosargus sarba</i>	1		10
	マダイ	<i>Pagrus major</i>			6
	フサカサゴ	<i>Scorpaena onaria</i>			1
	コチ	Flatheads	1	1	2
	カレイ科の1種	Pleuronectidae		1	1
	ウシノシタ	Soles			1
	ウシノシタ類	Soles			1
	ヒガンフグ	<i>Takifugu pardalis</i>			1
両生類	アカガエル	<i>Rana</i> sp.		1	1
爬虫類	ヘビ類	Snakes		1	1
	ウミガメ類の1種	Turtles	1		1
鳥類	キジ	<i>Phasianus versicolor</i>	3	2	3
	オオハム	<i>Gavia arctica</i>		1	1
	ハイイロミズナギドリ	<i>Puffinus griseus</i>			1
	ウ類	Cormorants			1
	アオバズク	<i>Ninox scutulata</i>			1
	カケス	<i>Garrulus glandarius</i>			1
	ガンカモ科の1種	Anatidae	1	1	1
	ワシタカ科の1種	Accipitridae			1
哺乳類	モグラ	Moles			1
	ニホンザル	<i>Macaca fuscata</i>		1	1
	ヒト	<i>Homo sapiens</i>	6	9	8
	キツネ	<i>Vulpes vulpes</i>			1
	タヌキ	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	7	1	1
	ニホンオオカミ	<i>Canis lupus hodophilax</i>			1
	イヌ	<i>Canis familiaris</i>	6		4
	ツキノワグマ	<i>Ursus thibetanus</i>		1	1
	テン	<i>Martes melampus</i>		1	1
	イタチ	<i>Mustela itatsi</i>		1	1
	アナグマ	<i>Meles meles</i>		1	1
	カワウソ	<i>Lutra lutra</i>		1	1
	イノシシ	<i>Sus scrofa</i>	35	13	10
	ニホンジカ	<i>Cervus nippon</i>	14	11	15
	ヤチネズミ	<i>Eothenomys andersoni</i>		1	1
	ヒメネズミ	<i>Apodemus argenteus</i>			2
	ムササビ	<i>Petaurista leucogenys</i>		2	4
	ノウサギ	<i>Lepus brachyurus</i>	1	1	2
	イワシクジラ	<i>Balaenoptera borealis</i>			1
	カマイルカ	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>			1
クジラ類	Whales			1	

第 5 表 エネルギー流の解析で用いた変換効率. Heal and McLean (1975) と Begon *et al.* (1999) を改変.

昆虫類の植物に対する消費効率	5 %
脊椎動物の植物に対する消費効率 (森林)	5 %
脊椎動物の草食脊椎動物に対する消費効率	75 %
脊椎動物の肉食脊椎動物に対する消費効率	25 %
脊椎動物の昆虫類に対する消費効率	5 %
昆虫類の同化効率	40 %
草食脊椎動物の同化効率	50 %
肉食脊椎動物の同化効率	80 %
昆虫類の生産効率	40 %
外温脊椎動物の生産効率	10 %
内温脊椎動物の生産効率	2 %

第 6 表 動物の所要エネルギー量を見積もる式 (終原ほか, 2004; Matsukawa *et al.*, 2006).

動物の種類	式
草食哺乳類	$Ed = 1171.5 W^{0.75}$
肉食哺乳類	$Ed = 732.2 W^{0.75}$
雑食哺乳類	$Ed = 901.2 W^{0.75}$
爬虫類・両生類 (肉食)	$Ed = 109.8 W^{0.75}$

Ed : 所要エネルギー量 (kJ/day)

W : 体重 (kg)

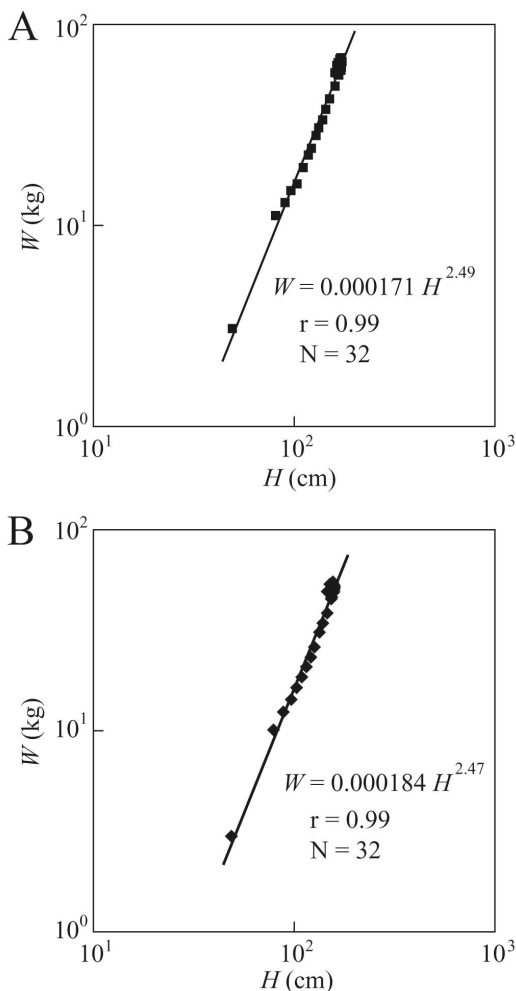
縄文時代のヒトの体重

縄文時代のヒト (*Homo sapiens*) の平均身長は、関東地方の男性で 1577.3 mm, 女性で 1491.9 mm と推定されている (平本, 1981)。本論文では縄文時代のヒトの平均体重を推定するために、現代人の身長と体重のデータ (健康栄養情報研究会, 2002) (第 7 表) に基づいて、男女別の身長と体重の関係を α 次関数として回帰式を求めた (第 3 図)。現代人の身長 H (cm) と体重 W (kg) の関係は以下の式で示される。

$$W = 0.000171 H^{2.49} \text{ (男性)}$$

$$W = 0.000184 H^{2.47} \text{ (女性)}$$

これらの式を用いると、縄文時代のヒトの平均体重は男性で 51.1 kg, 女性で 44.0 kg と見積もられる。ここでは男女の平均体重の平均 (47.6 kg) を縄文時代のヒトの体重の代表値として、エネルギー流の解析に用いた。



第 3 図 現代人の身長 (H) と体重 (W) の関係. A: 男性, B: 女性. r : 身長と体重の相関係数, N : データの数. データは健康栄養情報研究会 (2002) に基づく.

第7表 現代人の年代別の身長と体重の平均値。健康栄養情報研究会 (2002) を改変。

年齢	男		女	
	身長 (cm)	体重 (kg)	身長 (cm)	体重 (kg)
0歳	49.2	3.1	48.7	3.0
1	80.8	11.2	78.9	10.1
2	90.1	13.0	88.3	12.4
3	96.3	14.9	96.7	14.3
4	103.4	16.1	102.8	16.4
5	110.9	19.4	109.1	18.5
6	117.6	22.4	115.0	20.8
7	121.8	24.2	121.1	23.2
8	128.5	28.0	126.1	26.1
9	132.5	30.6	133.6	30.9
10	138.7	33.5	138.9	34.3
11	143.6	37.8	146.0	38.5
12	150.0	42.6	153.0	45.3
13	159.7	49.3	153.9	46.3
14	165.1	56.2	156.9	49.0
15	166.7	56.0	157.1	50.2
16	169.4	59.9	158.8	52.2
17	170.9	59.1	157.4	50.8
18	170.9	62.4	157.7	50.7
19	171.6	61.1	157.7	49.2
20	170.4	65.1	158.2	52.5
21	173.1	65.3	156.8	48.7
22	170.4	61.9	158.0	51.1
23	171.2	64.9	157.9	50.8
24	171.0	63.0	157.8	50.6
25	170.7	67.0	157.5	49.1
26~29	171.0	66.8	158.1	51.8
30~39	170.6	68.2	157.6	53.3
40~49	168.8	67.2	155.8	55.0
50~59	165.5	64.6	153.2	53.5
60~69	163.0	62.5	150.6	53.6
70歳以上	159.5	57.5	146.1	49.3

縄文時代の生態系の復元

三浦半島

(1) 2つの貝塚から出土した動物種と食物網モデル

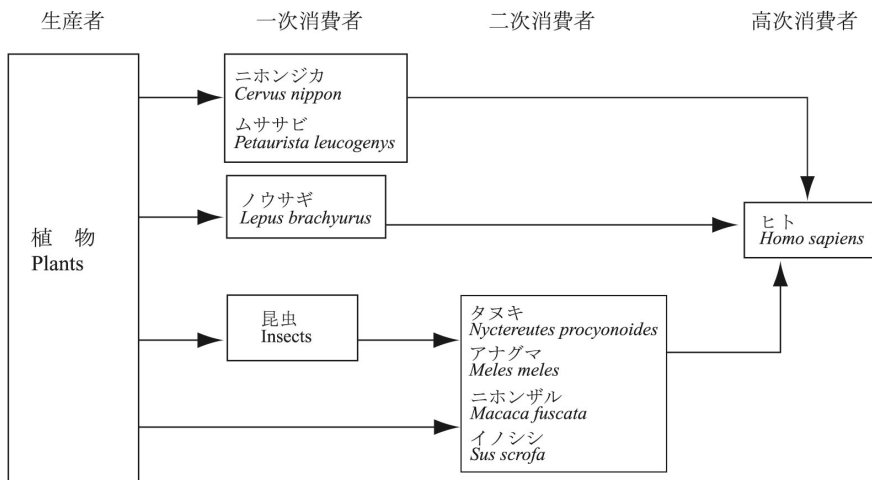
吉井貝塚と茅山貝塚は平作川を挟んで丘陵上に位置し、ともに縄文時代早期の遺物を出土する。本論文では、吉井貝塚と茅山貝塚から出土した縄文時代早期の遺物に基づき、三浦半島の縄文時代早期の生態系を定量的に復元した。

第4図は動物各種の食性に基づいて作成した陸上の食物網モデルである。動物の食性は、樋口ほか (1996a, b)、伊沢ほか (1996)、川道 (1996)、千石ほか (1996) に基づいた。ヒト (*Homo sapiens*) が頂点に立つ食物網モデルが示される。

実際の生態系では海域や土壤中、空中の食物網が含まれるが、Heal and MacLean (1975) や Begon *et al.* (1999) では陸上生態系の変換効率のみが示されている。従って、本論文では陸上の生態系のみを復元の対象とし、魚類やアシカ類、鳥類は復元の対象から除いた。また、縄文時代のイヌ (*Canis familiaris*) は埋葬された状態で出土することが多く、飼育されていたと考えられている (金子, 1982, 1984)。飼育下の動物に与えられるエサの量はモデル化が困難であるため、本論文ではイヌも復元の対象から除いた。

(2) 縄文時代の三浦半島の植生

三浦半島では縄文時代早期 (9,000~6,700 年前) に温帯落葉広葉樹林から暖帯照葉樹林へ変遷したと考えられている (蟹江ほか, 1985)。特に、茅山貝塚や吉井貝塚が形成された早期後葉には、暖帯照葉樹林が発達していた可能性が高い (野内, 2010c)。ここでは三浦半島における縄文時代早期の植生を暖帯照葉樹林として植物生産力を見積もった。暖帯照葉樹林 (温帯常緑樹) の単位面積当たりの純一次生産は、23,205 (kJ/m²/year) である (Whittaker, 1975)。これらの値に三浦半島の面積を乗じて、三浦半島全体の純一次生産力とした。三



第4図 吉井貝塚、茅山貝塚から出土した遺物に基づく縄文時代早期の食物網モデル。

浦半島の面積は横須賀市、三浦市、逗子市、葉山町の面積を合算して 167.4 km² とした。

橋立岩陰遺跡

(1) 出土した動物種と食物網モデル

出土した動物遺物の種数は、縄文時代早期(押型文)の遺物が最も多い(第3表)。このうち、カモンカ(*Capricornis crispus*)とツキノワグマ(*Ursus thibetanus*)は、現在の山地地域に生息する動物種である。ここでは、縄文時代早期(捺糸文、押型文)の遺物を合計し、縄文時代早期における橋立岩陰遺跡周辺の生態系を復元した。橋立岩陰遺跡からこれまでに人骨の報告がない(第3表)。しかし、当時の遺物からヒトが生活していたことが示されているため、ヒト1個体を遺物のリストに加えて解析した。また、キジ(*Phasianus versicolor*)の消費効率が不明であるため食物網から除外した。ここでは、ヒトを頂点とする食物網モデルが復元される(第5図)。

(2) 縄文時代の橋立岩陰遺跡周辺の植生

縄文時代草創期～早期初頭の日本列島内陸域は、まだ常緑広葉樹が成立しておらず(松下, 1992)、落葉広葉樹と針葉樹の混合林から被植されていたと解釈されている(安田, 1997)。本論文では Whittaker (1975) に示されている温帯落葉樹林と北方林(針葉樹)の生産力を生態系復元に用いた。また、温帯落葉樹林と北方林の面積比は1対1と仮定した。温帯落葉樹林と北方林の単位面積当たりの純一次生産力は、21,420 kJ/m²/year と 14,280 kJ/m²/year である。これらの値に復元する面積の半分を乗じ、それらの値を合計して生態系全体の純一次生産力とした。埼玉県山地の面積を復元の対象とし、その面積を埼玉県の面積の1/3とした。

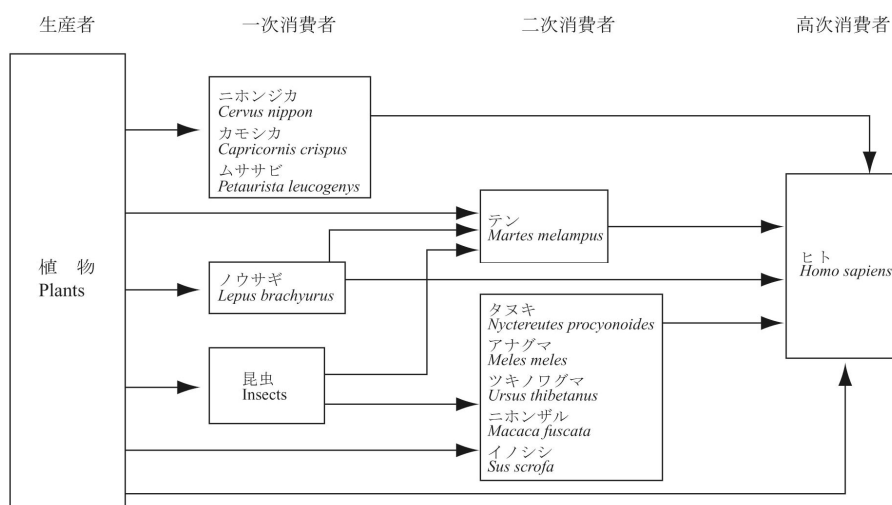
加曽利貝塚

(1) 出土した動物種と食物網モデル

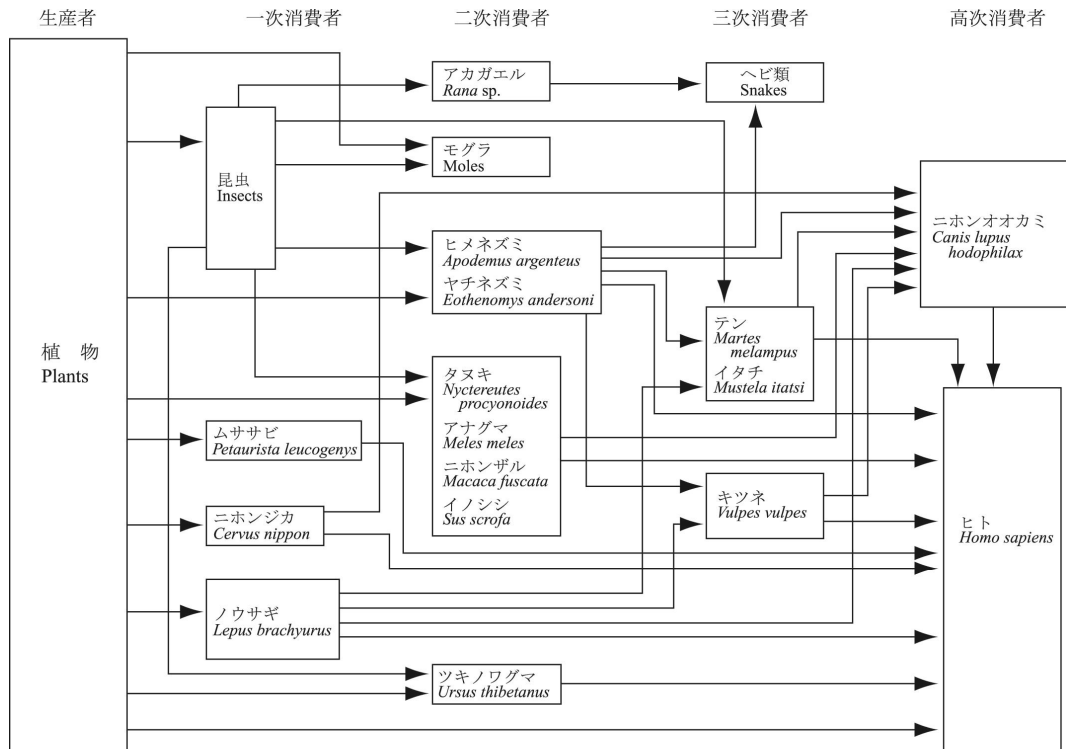
縄文時代後期中葉(加曽利B式)の遺物が最も豊富に出土する(第4表)。ここでは縄文時代後期(堀之内式、加曽利B式)の動物遺物のデータを用いて、縄文時代後期の加曽利貝塚周辺の生態系を復元した。動物各種の食性を考慮すると、ヒトとニホンオオカミ(*Canis lupus hodophilax*)を頂点とする食物網がモデル化される(第6図)。加曽利貝塚では海洋動物の遺物も出土するため、海洋中の食物網モデルも復元することができるが、三浦半島と同様に定量的に解析することが困難である。従って、魚類やクジラ類、鳥類は解析の対象から除き、陸上生態系のみを定量的に復元した。イヌも三浦半島と同様に解析から除いた。

(2) 縄文時代の加曽利貝塚周辺の植生

加曽利貝塚がある千葉県の東京湾沿岸では、他の太平洋沿岸地域に比べて照葉樹林の発達が遅れていたと考えられている(松下, 1992)。花粉分析に基づく、縄文時代後期(およそ3,500年前)に暖帯落葉樹林が衰退し、照葉樹林の分布が拡大した(辻ほか, 1983)。この時期は本論文で復元の対象とする時代である。ここでは当時の加曽利貝塚周辺が暖帯落葉樹林から照葉樹林への遷移過程にあったと仮定し、暖帯落葉樹林と照葉樹林の面積比が1対1として純一次生産力を推定した。暖帯(温帯)落葉樹林と照葉樹林(温帯常緑樹)の純一次生産力はそれぞれ 21,420 kJ/m²/year と 23,205 kJ/m²/year である(Whittaker, 1975)。これらの値に復元する生態系の面積の半分を乗じ、それらを合計して生態系全体の純一次生産力とした。復元の対象とする面積は千葉県の平野部の面積とした。



第5図 橋立岩陰遺跡から出土した遺物に基づく縄文時代早期の食物網モデル。



第6図 加曾利貝塚から出土した遺物に基づく縄文時代後期の食物網モデル。

生態系の復元結果

三浦半島

三浦半島の縄文時代早期の生態系内において、イノシシ (*Sus scrofa*)、ニホンジカ (*Cervus nippon*) とタヌキ (*Nyctereutes procyonides*) の許容個体数密度が多く見積もられた (第7図A, 第8表)。すなわち、イノシシが $62.6 \text{ 頭}/\text{km}^2$ 、ニホンジカが $35.0 \text{ 頭}/\text{km}^2$ 、タヌキが $13.9 \text{ 頭}/\text{km}^2$ である。これは、貝塚から出土するこれらの動物種の個体数が多いことを反映している。現在の三浦半島にはイノシシやニホンジカが生息していないが、縄文時代早期にはこれらの動物が多く生息していたと解釈できる。ヒト (*Homo sapiens*) の許容人口は約1,700人、人口密度は $10.1 \text{ 人}/\text{km}^2$ と見積もられた。吉井・茅山貝塚からは魚類や貝類、イルカ類、アシカ類、鳥類などの動物遺物が出土する (第2表)。実際にはこれらの動物を捕食することにより、当時のヒトは本論文の計算結果に比べて、より多くの人口を維持することができたと考えられる。

橋立岩陰遺跡

復元の結果を第7図B, 第9表に示す。縄文時代早期の生態系において、三浦半島と同様にイノシシ ($26.0 \text{ 頭}/\text{km}^2$) とニホンジカ ($31.4 \text{ 頭}/\text{km}^2$) が高い許容個体数密度を示した。一方、三浦半島では見られない

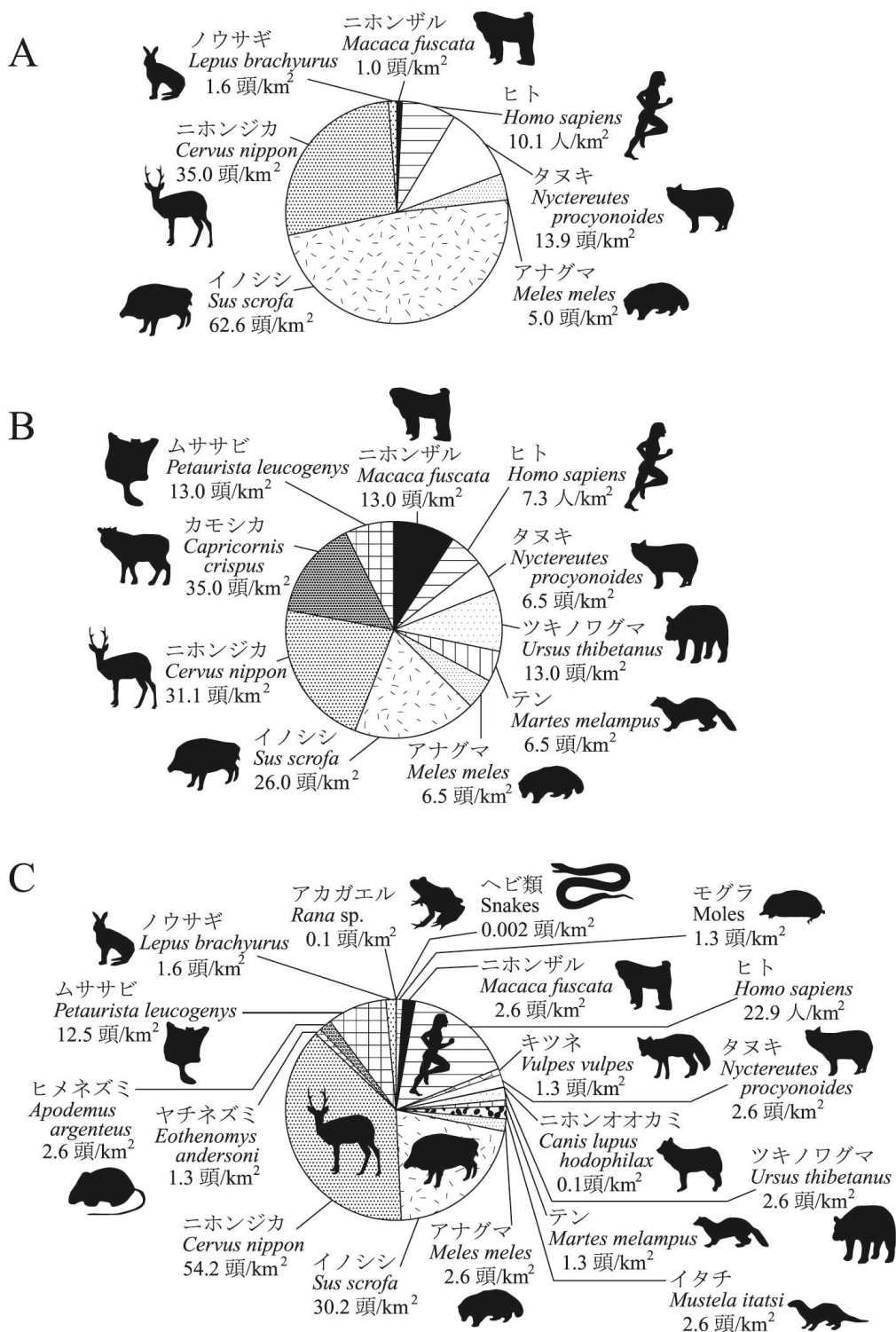
ツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) やカモシカ (*Capricornis crispus*) の許容個体数密度もそれぞれ $13.0 \text{ 頭}/\text{km}^2$ 、 $20.8 \text{ 頭}/\text{km}^2$ と多く見積もられ、山地の生態系の特徴を表していると考えられる。

加曾利貝塚

加曾利貝塚周辺の縄文時代後期の生態系の復元結果を第7図C, 第10表に示す。生態系内において、イノシシとニホンジカが高い許容個体数密度を示した。すなわち、イノシシが $30.0 \text{ 頭}/\text{km}^2$ 、ニホンジカが $53.8 \text{ 頭}/\text{km}^2$ である。また、ネズミ類、ムササビ (*Petaurista leucogenys*)、イタチ (*Mustela itatsi*)、テン (*Martes melampus*) など多様な小型の哺乳類が認められることも特徴である。ヒトの許容人口は約7万8,000人、人口密度は $22.9 \text{ 人}/\text{km}^2$ であった。実際には魚類や鳥類、クジラ類を捕食することにより、さらに多くのヒトが生活できたものと考えられる。

復元された生態系の比較

3つの生態系の生物多様性を比較するため、復元された脊椎動物の生物量に基づいてシャノン多様性指数 (D) と均衡度 (J) を見積もった (第11表)。シャノンの多様性指数と均衡度は以下の式で見積もられる。



第7図 縄文時代の陸上生態系における脊椎動物の許容個体数密度の割合。A：三浦半島の縄文時代早期の生態系。B：橋立岩陰遺跡周辺の縄文時代早期の生態系。C：加曾利貝塚周辺の縄文時代後期の生態系。

第8表 三浦半島の縄文時代早期の生態系の復元結果.

分類群	出土 個体 数	体重 (kg)	所要エネ ルギー量 (kJ/year)	分類群の エネルギー 獲得量 (kJ/year)	許容 個体数 (頭)	許容 個体数 密度 (頭/km ²)	生物量 (kg/km ²)
ニホンザル <i>Macaca fuscata</i>	1	13.0	2,387,707	396,892,681	166	1.0	13
ヒト <i>Homo sapiens</i>	9	47.6	6,318,147	10,705,517,048	1,694	10.1	482
タヌキ <i>Nyctereutes procyonoides</i>	14	6.0	1,337,017	3,111,408,612	2,327	13.9	83
アナグマ <i>Meles meles</i>	5	9.5	1,887,193	1,568,477,468	831	5.0	47
イノシシ <i>Sus scrofa</i>	63	100.0	11,028,681	115,493,123,089	10,472	62.6	6,257
ニホンジカ <i>Cervus nippon</i>	22	77.5	11,211,829	65,716,197,860	5,861	35.0	2,714
ノウサギ <i>Lepus brachyurus</i>	1	2.4	814,706	217,057,286	266	1.6	4

第9表 橋立岩陰遺跡周辺の縄文時代早期の生態系の復元結果.

分類群	出土 個体 数	体重 (kg)	所要エネ ルギー量 (kJ/year)	分類群の エネルギー 獲得量 (kJ/year)	許容 個体数 (頭)	許容 個体数 密度 (頭/km ²)	生物量 (kg/km ²)
ニホンザル <i>Macaca fuscata</i>	2	13.0	2,387,707	39,223,369,982	16,427	13.0	169
ヒト <i>Homo sapiens</i>	1	47.6	6,318,147	58,231,064,840	9,216	7.3	346
タヌキ <i>Nyctereutes procyonoides</i>	1	6.0	1,337,017	10,981,731,785	8,214	6.5	39
ツキノワグマ <i>Ursus thibetanus</i>	2	100.0	10,893,998	178,957,997,862	16,427	13.0	1298
テン <i>Martes melampus</i>	1	1.2	387,299	3,181,125,294	8,214	6.5	7
アナグマ <i>Meles meles</i>	1	9.5	1,887,193	15,500,656,726	8,214	6.5	62
イノシシ <i>Sus scrofa</i>	4	100.0	11,028,681	362,340,922,728	32,854	26.0	2596
ニホンジカ <i>Cervus nippon</i>	3	77.5	11,211,829	441,888,824,632	39,413	31.1	2413
カモシカ <i>Capricornis crispus</i>	2	3.8	1,156,708	30,392,675,506	26,284	20.8	78
ムササビ <i>Petaurista leucogenys</i>	1	1.0	429,240	5,639,173,891	13,138	10.4	10

$$D = -\sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

$$J = H / \ln S$$

ここで P_i は i 番目の種の割合, S は種数, n は生態系を構成する動物種の総数である。シャノンの多様性指数は生態系を構成する動物種の種数に加え, 動物の存在量も考慮されている (Begon et al., 1999)。多様な動物遺体を出土する加曾利貝塚周辺の生態系 (縄文時代後期) の多様性指数が最も大きく ($D = 1.98$), 三浦半島の生態系 (縄文時代早期) が最も小さく見積もられた ($D = 0.87$)。一方, 均衡度はいずれの生態系でもあまり大きくない ($J = 0.44 \sim 0.69$)。これは脊椎動物相において, いずれの生態系でもイノシシ (*Sus scrofa*) とニホンジカ (*Cervus nippon*) の生物量が大きな割合を占めていたこと示している。縄文時代の関東地方では, 現在と同様に山岳地域にカモシカ (*Capricornis crispus*) やツキノワグマ (*Ursus thibetanus*) がやや多く生息する地域的な動物相の特徴が認められるものの, イノシ

シとニホンジカが卓越していたと解釈することができる (第7図)。

縄文時代の人口

ヒト (*Homo sapiens*) の許容個体数密度は縄文時代早期で $7.3 \sim 10.1$ 人/km², 縄文時代後期で 22.9 人/km² と見積もられた (第8, 9, 10表)。一方, Koyama (1978) は遺跡の分布様式を基に, 関東地方における縄文時代早期, 後期の人口密度をそれぞれ 0.31 人/km², 1.6 人/km² と見積もった。縄文時代後期のほうがより多くのヒトが生活していたと推測される点は, 本論文の復元結果と一致している。しかし, 本論文で見積もられた許容人口密度は, Koyama (1978) が示した人口密度よりも縄文時代早期で $20 \sim 30$ 倍, 縄文時代後期で 15 程度大きい。本論文で見積もった許容人口密度は, ヒトが採集, 狩猟生活で生活可能な最大の人口密度を表している。縄文人が生態系内の食料資源を十分に利用できたのであれば, 本論文で復元した程度の人口を支

第10表 加曽利貝塚周辺の縄文時代後期の生態系の復元結果.

分類群		出土 個体 数	体重 (kg)	所要エネ ルギー量 (kJ/year)	分類群の エネルギー 獲得量 (kJ/year)	許容 個体数 (頭)	許容 個体数 密度 (頭/km ²)	生物量 (kg/km ²)
アカガエル	<i>Rana sp.</i>	1	0.3	17,201	4,698,023	273	0.1	0.03
ヘビ類	Snakes	1	0.3	17,521	94,423	5	0.002	0.001
モグラ	Moles	1	0.1	67,028	296,320,833	4,421	1.3	0.1
ニホンザル	<i>Macaca fuscata</i>	2	13.0	2,387,707	21,111,259,878	8,842	2.6	34
ヒト	<i>Homo sapiens</i>	17	47.1	6,318,147	489,951,835,436	77,547	22.9	1,089
キツネ	<i>Vulpes vulpes</i>	1	5.5	1,252,551	5,406,214,429	4,316	1.3	7
タヌキ	<i>Nyctereutes procyonoides</i>	2	6.0	1,337,017	11,821,431,648	8,842	2.6	16
ニホン オオカミ	<i>Canis lupus hodophilax</i>	1	15.0	2,044,790	494,038,515	242	0.1	1
ツキノワグマ	<i>Ursus thibetanus</i>	2	100.0	11,028,681	97,511,679,742	8,842	2.6	261
テン	<i>Martes melampus</i>	1	1.2	387,299	1,712,331,381	4,421	1.3	2
イタチ	<i>Mustela itatsi</i>	2	0.3	144,892	1,281,196,376	8,842	2.6	1
アナグマ	<i>Meles meles</i>	2	9.5	1,887,193	16,685,888,672	8,842	2.6	25
イノシシ	<i>Sus scrofa</i>	23	100.0	11,028,681	1,121,384,317,033	101,679	30.0	3,002
ニホンジカ	<i>Cervus nippon</i>	26	77.5	11,211,829	2,044,382,511,705	182,342	53.8	4,127
ヤチネズミ	<i>Eothenomys andersoni</i>	1	0.04	31,194	138,522,330	4,441	1.3	0.05
ヒメネズミ	<i>Apodemus argenteus</i>	2	0.02	18,548	163,374,454	8,808	2.6	0.05
ムササビ	<i>Petaurista leucogenys</i>	6	1.0	429,240	18,061,914,526	42,079	12.4	12
ノウサギ	<i>Lepus brachyurus</i>	1	2.4	814,706	5,713,647,312	7,013	2.1	5

第11表 復元した3つの生態系における脊椎動物に基づいた多様性の比較. S: 種数, D: シャノンの多様性指数, J: 均衡度.

	S	D	J
三浦半島	7	0.87	0.44
橋立	10	1.42	0.62
加曽利	18	1.98	0.69

えることができたものと考えられる。

見積もられたヒトの許容人口は、現在の人口よりも極めて少ない。例えば、縄文時代早期の三浦半島では約1,700人のヒトが生活できると見積もられたが(第8表)、現在の三浦半島は約56万人の人口を擁する。松川ほか(2008)は関東地方における鮮新世～更新世の生態系を復元し、見積もられた動物の「人口密度」と現在のヒトの人口密度を比較した結果、現在のヒトの人口密度は鮮新世～更新世の動物の「人口密度」に比べて遥かに大きいことを示した。その理由として、現在の生態系ではヒトの食料が生態系外から移入されていることを挙げている。現在の三浦半島の人口が縄文時代に比べて極めて多いのは、農業や漁業技術の進展

によって生態系内での食糧生産量が向上したことに加え、松川ほか(2008)が示したように、生態系外から多量の食料が移入されていること示していると考えられる。

ヒトの生態系への影響

関東平野西部の更新世における生態系を復元した松川ほか(2008)では、絶滅種であるニホンオオカミ(*Canis lupus hodophilax*)の許容個体数密度が0.67頭/km²と見積もられている。本論文で扱った加曽利貝塚周辺の生態系(縄文時代後期)では、ニホンオオカミの許容個体数密度が0.1頭/km²と見積もられ、松川ほか(2008)が示した値よりも小さい。この理由として、ヒト(*Homo sapiens*)の影響が考えられる。すなわち、ヒトが存在しなかった更新世の生態系では、ニホンオオカミは十分にニホンジカ(*Cervus nippon*)などの草食動物を捕食できた。しかし、縄文時代の生態系ではヒトがイノシシ(*Sus scrofa*)やニホンジカを狩猟の対象としていたため、エサを奪われたニホンオオカミは更新世ほどの個体数密度を保持できなかつたと考えられる。また、ヒトは植物性の食料資源も利用するため、

大型の草食動物、雑食動物の個体数密度にも影響を与えたと考えられる。松川ほか (2008) が示したように、ヒトの生態系への進出は他の大型哺乳類の個体数の減少や、絶滅の一因になっていると考えられる。

復元モデルの問題点

Matsukawa *et al.* (2006) や本論文で用いた生態系復元モデルは、化石や遺物の種類とそれらの相対量に基づく。今回検討対象とした遺跡や貝塚から出土する動物遺物は、縄文時代のヒト (*Homo sapiens*) が捕食した動物の廃棄部分である。当時のヒトの食料の好みや、各動物に対する狩猟の成功率の相違によって、遺物の相対量が当時の生態系に生息していた動物の存在量を適切に表していない可能性も考えられる。例えば、加曽利貝塚周辺の生態系においてアカガエル (*Rana sp.*) やこれを捕食するヘビ類が極めて少ない許容個体数密度を示すのは、出土するこれらの遺物が大型動物に比べて少ないためである。実際にはアカガエルやヘビ類は、より多くの個体が生息していた可能性が高い。水域や土壌中、空中の生態系のモデル化が困難であることも、復元結果に誤差を与える原因となる。海岸に面した三浦半島や加曽利貝塚周辺の生態系では、ヒトは貝類や魚類を捕食することにより、本論文の復元モデルよりも多くのエネルギーを得ることが出来たと考えられる。一方、食料の一部は飼育していたイヌ (*Canis familiaris*) に与えられたものと考えられる。さらに、終原ほか (2004) や Matsukawa *et al.* (2006), Shibata *et al.* (2007) が指摘しているように、動物の種内・種間競争や密度効果、なわばりなども個体数を決定する要因となる。生態系の復元結果には、以上のような問題点から生じる誤差が含まれていることを認識して結果を解釈することが必要である。

結 論

- (1) 三浦半島の吉井、茅山貝塚、埼玉県の橋立岩陰遺跡、千葉県に加曽利貝塚から出土した動物遺物に基づき、縄文時代早期と後期の生態系を定量的に復元し、動物やヒト (*Homo sapiens*) の許容個体数密度を見積もった。
- (2) 生息する動物が地域的にやや異なる傾向が認められるものの、概してイノシシ (*Sus scrofa*) とニホンジカ (*Cervus nippon*) が多く生息していた。
- (3) ヒトの許容個体数密度は 7.3~22.9 人/km² で、採集・狩猟生活における限界の人口を示している。
- (4) 生態系への人類の侵入は、他の動物の個体数の減少や絶滅の一因になったと考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、稲村 繁学芸員 (横須賀市自然・人文博物館)、野内秀明氏 (横須賀市教育委員会)、劍持輝久氏 (日本考古学協会) には三浦半島の貝塚について数々の貴重なご意見をいただいた。大塚真弘氏 (日本考古学協会) には縄文時代の文献についてご教示いただいた。東京学芸大学松川研究室の皆様には様々なご助言をいただいた。以上の方々には心から感謝御礼申し上げます。

引用文献

- 赤星直忠 1962. 横須賀市吉井城山第一貝塚調査概報 (一). 横須賀市博研報 (人文), (6): 1-22, pls. 1-2.
- 赤星直忠・岡本 勇 1957. 茅山貝塚. 横須賀市博研報 (人文), (1): 1-30.
- Begon M., Harper J. L. and Townsend C. R. 1999. Ecology: Individuals, populations and communities [3rd edition]. 1068pp. Blackwell Science.
- 堀 道雄 (監訳) 2003. 生態学 個体・個体群・群集の科学 [原著第三版]. 1304 ページ. 京都大学学術出版会.
- Heal O. W. and MacLean S. F. 1975. Comparative productivity in ecosystem-secondary productivity. In van Dobben W. H. and Lowe-McConnell R. H. eds. Unifying Concepts in Ecology: 89-198. Junk, The Hague.
- 樋口広芳・森岡弘之・山岸 哲 (編) 1996a. 日本動物大百科 第3巻 鳥類 I. 160 ページ. 平凡社.
- 樋口広芳・森岡弘之・山岸 哲 (編) 1996b. 日本動物大百科 第4巻 鳥類 II. 184 ページ. 平凡社.
- 平本嘉助 1981. 骨からみた日本人身長の変り変わり. 考古学ジャーナル, (197): 24-28.
- 伊沢絃生・粕谷俊雄・川道武男 (編) 1996. 日本動物大百科 第2巻 哺乳類 II. 160 ページ. 平凡社.
- 蟹江康光・松島義章・鹿島 薫・大森雄治・小島久美子 1985. 横須賀市役所地下における完新統の古生物と年代. 横須賀市博研報 (自然), (33): 37-44.
- 川道武男 (編) 1996. 日本動物大百科 第1巻 哺乳類 I. 160 ページ. 平凡社.
- 金子浩昌 1982. 貝塚出土の動物遺体—関東地方・縄文時代の動物相とその考古学的研究—. 貝塚博物館紀要, (3): 13-154.
- 金子浩昌 1984. 貝塚の獣骨の知識 人と動物のかかわり. 173 ページ. 東京美術.
- 健康栄養情報研究会 2002. 国民栄養の状況—平成 12 年厚生労働省国民栄養調査結果. 188 ページ. 第一出版.
- 木村 賛 2002. 加曽利貝塚人骨の総合調査. 60 ページ. 貝塚博物館研究資料第 6 集. 千葉市立加曽利貝塚博物館.

- Koyama S. 1978. Jomon subsistence and population. *Senri Ethnological Studies*, (2): 1-65.
- 終原礼士・柴田健一郎・松川正樹 2004. 化石に基づく古生態系復元モデル—セレンゲティ生態系でのテスト. 東京学芸大学紀要第4部門, (56): 153-164.
- 松川正樹・中西亮平・馬場勝良・相場博明・柴田健一郎・石戸谷彩子 2008. 関東平野西緑部の鮮新—更新世の陸上生態系—食物網とエネルギー流モデルに基づいて. 東京学芸大学紀要自然科学系, (60): 103-110.
- Matsukawa M., Saiki K., Ito M., Obata I., Nicholes D. J., Lockley M.G., Kukihara R. and Shibata K. 2006. Early Cretaceous terrestrial ecosystems in East Asia based on food-web and energy-flow models. *Cretaceous Research*, 27(2): 285-307.
- 松下まり子 1992. 日本列島太平洋岸における完新世の照葉樹林発達史. 第四紀研究, 31 (5): 375-387.
- 西村正衛 1950. 神奈川県横須賀市茅山貝塚の発掘概報. 史観, (33): 62-72.
- 千石正一・疋田 努・松井正文・中谷一宏 (編) 1996. 日本動物大百科 第5巻 両生類・爬虫類・軟骨魚類. 180 ページ. 平凡社.
- Shibata K., Matsukawa M. and Lockley M. G. 2007. Terrestrial ecosystems in the early age of dinosaurs based on food-web and energy flow models applied to data from western North America. *Sci. Rept. Yokosuka City Mus.*, (54): 1-22.
- 鈴木 尚 1963. 横須賀市吉井城山第一貝塚の人骨. 横須賀市博研報(人文), (7): 47-53.
- 辻 誠一郎・南木睦彦・小池裕子 1983. 縄文時代以降の植生変化と農耕—村田川流域を例として—. 第四紀研究, 22 (3): 251-266.
- Whittaker R. H. 1975. *Communities and ecosystems* [2nd edition]. 385pp. Macmillan, New York. 宝月欣二 (訳) 1979. 生態学概説 生物群集と生態系 [第二版]. 363 ページ. 倍風館.
- 野内秀明 1990. 三浦半島における縄文時代の¹⁴C年代測定値について. 横須賀市博研報 (人文), (35): 59-71.
- 野内秀明 2010a. 43a 吉井貝塚 [吉井村貝塚・吉井城山]. 横須賀市編集, 新横須賀市史別編考古: 456-510.
- 野内秀明 2010b. 70 茅山貝塚 [カヤマ貝塚]. 横須賀市編集, 新横須賀市史別編考古: 684-727.
- 野内秀明 2010c. 第3節 横須賀市域の縄文時代. 横須賀市編集, 新横須賀市史別編考古: 15-23.
- 安田喜憲 1997. 縄文文明の環境. 228 ページ. 吉川弘文館.

