

里山からキツネが消えた日

— 一匹のキツネの C・N・Sr 同位体比測定

鈴木 和博*, 中村 俊夫, 南 雅代, 池田 晃子

1. はじめに

キツネは凡そ50年ほど前まで里山のいたる所に生息していて、数々の伝承や物語に登場する最もポピュラーな野生動物である。愛知県豊田市の市街地から北東に約17km離れた山間集落である小手沢（こでのさわ、豊田市小手沢町）にも、かつては多くのキツネが生息していた。ここでは、第二次世界大戦後の食糧難の時期でも、冬になると僅かに残った麦飯に味噌汁をかけて戸外に置く家が少なからずあった。ネズミ等を捕食するキツネがいなくなっても困るし、餌に窮してニワトリを襲っても困るから、という理由らしい。この地域のキツネは1960年代後半から少なくなり、いつの間にかいなくなった。集落の人々がキツネを目撃したのは1972年あるいは1974年が最後と言われている。しかし、1977年頃の初夏に子ギツネの死骸を埋葬したという人もいて、確かではない。この地域でキツネの消えた時期に関心が寄せられるのには訳がある。「キツネはチャンスがあればうり坊を襲うので、結果としてイノシシの人里進出を抑制していた」という見解があるためである。小手沢では1980年代になるとイノシシが田畑に出没し始め、年々その被害が拡大している。キツネが消えたのが1970年代末なら因果関係が認められるが、1970年代の初めなら抑制説は疑わしくなる。

小手沢には「お地藏さん」と親しまれている仏堂（地藏堂、35°09.975' N, 137°19.277' E）

があり、集落の18軒の家々が毎日交代で「おぶくさん」（御仏飯）を供えてお参りを続けている。1935年に建築された仏堂が老朽化したために、2010年に新しい地藏堂に建て替えられた。旧地藏堂の解体作業（2010年1月17日）中に床下からキツネの遺骸とチキンラーメンの袋が見つかった。この「ちびっこ」が描かれて左上に斜めの帯が付いた袋は1971年から1983年に使用されたものである。それ故、旧地藏堂床下の遺骸は上述のキツネが消えた時期を解明する鍵になると考えた。そこで、名古屋大学年代測定総合研究センターでは、キツネ遺骸の¹⁴C濃度を測定して死亡年代を決定するとともに、C・NとSrの安定同位体比を測定して食性を推定した¹⁾。本稿は既報文に若干のデータを追加したものである。

2. キツネ遺骸の産出状況

1935年に建築された旧地藏堂は8.75坪（約28.9m²）の平屋建てであり、3.5畳の縁側と屋内中央に1畳の囲炉裏がついていた。縁側のついた南東側部分の床下は開いているが、残りの三方は土台まで土壁で塞がった構造である。解体するために床板を取り去っていったところ、囲炉裏横の地面にキツネの遺骸が横たわっていた。この場所は、囲炉裏をつくるために石を敷いた上に砂をのせて防湿してあり、しかも縁側下の開口部とは囲炉裏で遮蔽されているので、キツネの格好の寝座になりそうな所である。し

*名古屋大学年代測定総合研究センター教授

第31回石橋雅義先生記念講演会（平成23年4月23日）講演

かし、この床下にキツネが持続的な巣を構えたという痕跡は見つからなかった。

キツネの遺骸の地面に接した右側半分は骨まで溶けて失われていたが（図1 a）、左側半分は耳や皮膚も残して保存されていた（図1 b）。尾は残っていない。口先から骨盤までの長さは約50cmであり、若い成獣（2年目程度）と思われる。雌雄の判定はできなかった。骨は白骨化し、黒色に乾涸びた筋組織様のものが前足の付け根の皮膚に付着している。皮膚に体毛は残っていない。キツネの遺骸の周りからも体毛らしきものは見いだせなかった。チキンラーメンの袋は遺骸と同様に埃に覆われていた。

遺骸は形態からキツネと推定された。念のために、遺骸を名古屋市東山動物園および奈良文化財研究所埋蔵文化財センター松井研究室に保管されているホンドギツネ（*Vulpes vulpes japonica*, 赤キツネの亜種）の標本と比較し、頭骨と歯が相似形であることを確認した。旧地藏堂の床下から見つかった遺骸はホンドギツネである。

3. ^{14}C 濃度と C, N, Sr 安定同位体比

3-1. 核実験による大気中 ^{14}C 濃度の異常変化 (Bomb effect)

地球大気中の ^{14}C は、地球に降り注ぐ宇宙線によって二次的に作られた中性子と窒素原子核の核反応で地表 1 cm^2 あたり毎秒 2 個程度の割合で生成され、一方、半減期 5568 ± 30 年で壊変している²⁾（現在、 ^{14}C の半減期は 5730 ± 40 年が採用されているが、炭素14年代測定では Libby の半減期を使って記述する）。この生成量と壊変量が釣り合って、大気中の ^{14}C 濃度はほぼ一定（自然値、全炭素の約 1 兆分の 1）に保たれてきた。しかし、第二次世界大戦後の一時期、大気中核実験で放出された中性子により人工の ^{14}C が作り出され³⁾、大気中の ^{14}C 濃度は 1963 年から 1964 年に約 1000%（自然値の 2 倍）に増加した⁴⁾。部分的核実験禁止条約が発効（1963 年 10 月）して人工 ^{14}C の生成が激減すると、大気と海水の炭酸ガス交換で、大気中の ^{14}C は急速に減少して自然値のレベルに戻りつつある。この変化は木曾ヒノキの年輪にも 1964 年をピークとして記録されている⁵⁾。 ^{14}C 濃度ピークの大きさは、大気中核実験が行われた場所との位置関係で、南北半球や緯度による差がある。しかし、大気の大循環によって短期間のうちに地球規模

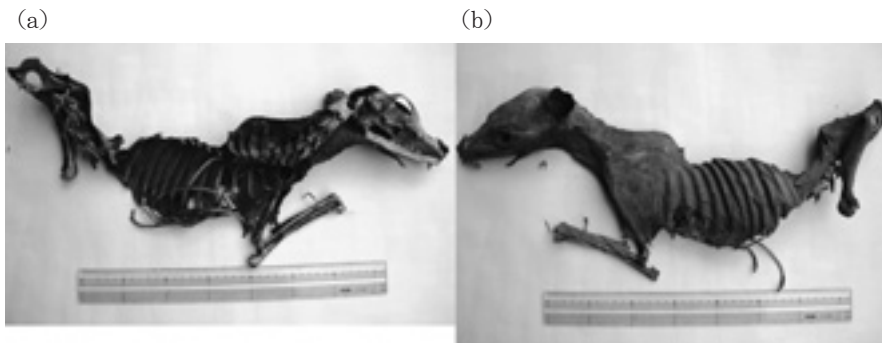


図1. (a) 体の右半分が溶けて失われたキツネの遺骸. (b) キツネの遺骸の左半分. 耳や皮膚が保存されている.

で ^{14}C 濃度が一様化したので、1960年代後半から2000年頃までは試料の ^{14}C 濃度と西暦年が一対一の関係になっている⁶⁾。

3-2. 食物連鎖と $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$

$\delta^{13}\text{C}$ は安定炭素の同位体 ^{12}C と ^{13}C の比が標準試料（ペレムナイト化石）からずれている程度を表す指標（‰）であり、マイナスの符号が付くと標準物質より ^{12}C の割合が多い（軽い）ことを意味する。大気の $\delta^{13}\text{C}$ は $-9 \sim -8$ ‰と考えられている。同様に、 $\delta^{15}\text{N}$ は試料の ^{14}N と ^{15}N の比が大気と同位体比からずれている程度を表す指標（‰）である。

動物の体組織の炭素と窒素の同位体組成（ $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ ）は主に食物の同位体組成に支配されるが、食物の同位体比がそのまま保存されるわけではない。呼吸や排泄で軽い ^{12}C や ^{14}N の方が体外に出て行きやすいので、食物より動物の体組織の方が少し重くなる⁷⁾。これにより、食物連鎖の高次消費者ほど重い同位体が体組織に濃縮していく。

陸上生態系の1次生産者である植物の大部分（ C_3 植物）は光合成で ^{12}C を選択的に固定して、大気より軽い炭素同位体組成（平均 $\delta^{13}\text{C} = -27$ ‰）を持つ。しかし、トウモロコシなどの C_4 植物は光合成の同位体分別が小さくて重い同位体組成（平均 $\delta^{13}\text{C} = -12$ ‰）を持つ。一方、窒素同位体組成は植物種による違いが小さく、一般に大気と同位体組成（ $\delta^{15}\text{N} = 0$ ）に近い。そして、食物と体組織の間には、動物種を問わず、ほぼ一定の割合の ^{15}N 濃縮が起きる⁸⁾。動物体組織の $\delta^{13}\text{C}$ は食物源の、 $\delta^{15}\text{N}$ は栄養段階（食べる食べられる）の情報を持つと見なされている。

3-3. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位体比の地域変化

大地を構成する岩石や土壌は数10ppm ないし数100ppm の Rb や Sr を含んでいる。Rb には ^{85}Rb と ^{87}Rb の同位体があり、放射性的 ^{87}Rb は半減期488.1億年で ^{87}Sr に壊変する。天然の Sr には ^{84}Sr , ^{86}Sr , ^{87}Sr , ^{88}Sr の同位体がある。いずれも安定同位体であるが、 ^{87}Rb の壊変で ^{87}Sr が作られるので、同位体比が地質体ごとに違ってくる。この同位体比変化は、通常、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の変化として記述する。 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は、Rb の多い地質体ほど、また古い地質体ほど大きくなる。ある地域内の水は地質体の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を反映し、水を通じて植物や動物は地質体固有の Sr 同位体組成を持つ。小手沢およびその周辺地域一帯は伊奈川花崗岩体の粗粒弱片状角閃石黒雲母花崗閃緑岩（以降、花崗閃緑岩と略称）が分布し⁹⁾、その年代は約82Ma¹⁰⁾ である。

4. 同位体の測定結果

加速器質量分析装置（AMS）で測定した ^{14}C 濃度を、 $\delta^{13}\text{C} = -25$ ‰に規格化して表1に示す。キツネの歯は 129.2 ± 0.4 pMC（%モダンカーボン、129.2 pMC は1950年の自然値の1.292倍を意味する）、骨は 129.0 ± 0.4 pMC である。気体用質量分析装置（Finnigan MAT-252）で測定したキツネの歯と骨の $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ は、それぞれ、 -17.5 ± 0.1 ‰と 17.8 ± 0.1 ‰および 11.2 ± 0.2 ‰と 9.3 ± 0.2 ‰（表1）である。

キツネの歯と骨の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位体比は 0.70944と0.70946である（表2）。この値は小手沢産イノシシの骨の同位体比（0.70994と0.70991）より小さい。川の水と花崗閃緑岩の同位体比は0.71008と0.71022である。川の水の Na/K（重量）比は5.4（4.8–6.2）で花崗閃緑岩の Na/K 比1.34より大きい。なお、花崗閃緑岩の風化帯を滲出する水（井戸水）の Na/K

表 1. キツネの歯と骨の ^{14}C 濃度と $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$. ^{14}C 濃度は AMS 測定値の $\delta^{13}\text{C}$ を -25% に規格化して Modern Carbon (自然値) に対する百分率 (pMC) で表示. 分析誤差は 1σ .

	試料材料	^{14}C の濃度 (pMC)	$\delta^{13}\text{C}$ (AMS) ($\%$)	測定番号
KSFOX-1	キツネの歯 (コラーゲン)	129.2 \pm 0.4	-18 \pm 1	NUTA2-16366
KSFOX-2	キツネの骨 (コラーゲン)	129.0 \pm 0.4	-18 \pm 1	NUTA2-16367
	試料材料		$\delta^{13}\text{C}$ (MAT-252) ($\%$)	$\delta^{15}\text{N}$ (MAT-252) ($\%$)
KSFOX-1	キツネの歯 (コラーゲン)		-17.5 \pm 0.1	11.2 \pm 0.2
KSFOX-2	キツネの骨 (コラーゲン)		-17.8 \pm 0.1	9.3 \pm 0.2

表 2. キツネの歯と骨, イノシシ骨および小手沢地内の川の水と花崗閃緑岩の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位体比と Na/K 比. 分析誤差は 2σ .

試料名	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 分析誤差	Na/K 重量比
キツネの歯	0.709439 \pm 0.000016	
キツネの骨	0.709464 \pm 0.000015	
イノシシ骨外側	0.709944 \pm 0.000016	
イノシシ骨内側	0.709912 \pm 0.000015	
川の水	0.710079 \pm 0.000016	5.4(4.8-6.2)
井戸水		11.5-12.8
表流水		0.3-2.3
花崗閃緑岩	0.710218 \pm 0.000016	1.34

比は 11.5-12.8, 風化帯の表面を流れる水の Na/K 比は 1.1 前後である.

5. 考 察

5-1. キツネの死んだ時期

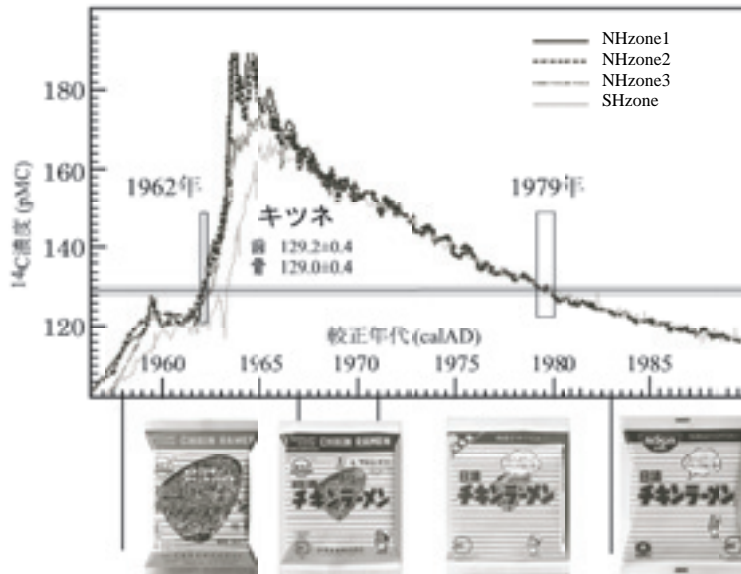
加速器質量分析装置で測定した ^{14}C 濃度を大気中 ^{14}C 濃度変化曲線⁶⁾ にプロットした (図 2). 変化曲線は地域毎に違いがあり, 北緯約 35° の小手沢は NHzone2 (北半球の夏期に熱帯収束帯になる地域より北で北緯 40° 以南) に属する. キツネの ^{14}C 濃度は, ^{14}C 濃度が急上昇してピークに達する前の 1962 年とピークを過ぎて降下中の 1979 (~1980) 年に NHzone2 の変化曲線と交叉する. これに, キツネの遺骸の横にあったチキンラーメンの袋の年代 (1971~1983 年) を

重ねて, キツネの死んだ時期が 1979 (~1980) 年と特定した.

キツネの遺骸は地面に接する右半分が溶けているが, 腐敗した証拠は無い. これは, キツネの死から乾燥までの期間が低温に保たれていたことを示唆する. 小手沢地域は 12 月から 2 月まで, 最低気温が氷点下 (厳寒期は -5°C 程度) で, 最高気温も 10°C に達しないことが多い. しかし 3 月に入ると氷点下になる日は稀になる. キツネの死は, 1979 年 11 月下旬から 1980 年 1 月上旬の間であった可能性が高い. この ^{14}C 年代測定により, 目撃の記憶とは独立に, 1979 年末までは小手沢にキツネが棲息していたことが確実になった.

5-2. キツネの食性

日本列島の大部分の植物は C_3 植物 ($\delta^{13}\text{C}$ は $-33\sim-26\%$ 程度) である. これを主に摂取するシカの $\delta^{13}\text{C}$ は $-24\sim-21\%$, やや雑食性のイノシシは $-22\sim-20\%$ 程度 (島嶼部では -19% もある) である¹¹⁾. 海洋の食物連鎖の高次に位置する海産魚は $\delta^{13}\text{C} = -20\sim-12\%$, $\delta^{15}\text{N} = +10\sim+18\%$ ⁷⁾, トウモロコシを含む配合飼料で飼育されたウシ・ニワトリを使ったファーストフードは $\delta^{13}\text{C} = -18\sim-16\%$, $\delta^{15}\text{N} = +2\sim+7\%$ ¹²⁾ である.



チキンラーメンの袋の変遷 [画像提供:日清食品ホールディングス株式会社]

図2. キツネの歯と骨の較正年代(本文参照)とチキンラーメンの袋の変遷.

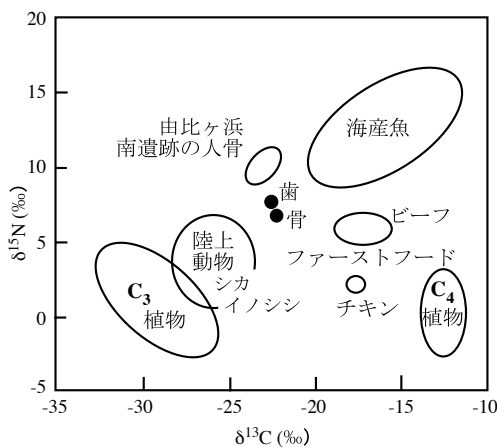


図3. キツネの歯と骨, 陸上動物¹³⁾, 鎌倉由比ヶ浜南遺跡人骨のコラーゲンおよび代表的食物の $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$. コラーゲンは $\delta^{13}\text{C}$ で -4.5‰ , $\delta^{15}\text{N}$ で -3.4‰ 補正してプロット.

キツネの歯と骨のコラーゲンには同位体濃縮効果がおきているが, 具体的な濃縮係数は判っていない. 図3には人骨コラーゲンと同じ濃縮(炭素+4.5‰, 窒素+3.4‰)⁷⁾を仮定してプロットした.

シカやイノシシも同様の濃縮と仮定した. キツネの歯と骨の $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ は, シカやイノシシより重く, 鎌倉の由比ヶ浜南遺跡の人骨¹³⁾に匹敵する値である. ただし, $\delta^{15}\text{N}$ は人骨より軽い. この値になり得る食物として, (1)陸上動物, (2)海産魚, (3) C_3 植物と C_4 植物, (4)ファーストフード, 等の組合せが考えられる. ただし, 小手沢地内にはキツネが常に食べられるほどの C_4 植物が無いので, 地域内の植物摂取だけで炭素同位体が重くなったとは考えにくい. キツネが「小動物(昆虫, 野ウサギ, 野ネズミ, カエル, 野鳥)を摂取する高次消費者」であると仮定すれば, $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ の値の説明が見つかるかもしれない. しかし, キツネは穀物(残飯を含む)も摂取していたとの目撃も多い.

5-3. キツネ遺骸の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$

植物は水にとけたSrを体内に取り込み, 動物は食物や飲み水を通してSrを体内に取り込

む。小手沢とその周辺の湧水や河川水は天水起源であり、地域内の花崗閃緑岩やその風化土壌に降り注いだ雨水が流れ出したものである。従って、その Sr は花崗閃緑岩起源である。しかし、水と花崗閃緑岩の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位体比は同じではない（表 2）。さらに、個々の動植物の体内に入った Sr の同位体比は川の水とも異なる。

花崗閃緑岩の風化帯では表面に近いほど斜長石が溶解して減少し、表層土壌は主に粘土鉱物と細粒化した石英やカリ長石から構成される。従って、表層土壌と反応した水は Na/K 比が小さい。一方、風化帯の深部に浸透した水は、残存している斜長石を選択的に溶解するために、Na/K 比が大きい。川の水は地域内の水が混合したものである。その Na/K 比（5.4）が花崗閃緑岩の Na/K 比（1.3）より大きいことは、カリ長石は碎屑粒子として流出する割合が斜長石より多いことを示唆する。

カリ長石と斜長石では Rb/Sr 比が異なるので、年代効果で $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ も違ってくる。当然、Rb/Sr 比の小さい斜長石を選択的に溶解した水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ は小さいが、その値は最小でも

花崗閃緑岩の初生値以下にはなり得ない。花崗閃緑岩の $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ を 0.574（全岩含有量 Rb = 75.4ppm, Sr = 380.1ppm と同位体存在比から計算）、年代を 8.2×10^7 年（82Ma）として計算した初生値は 0.7096 である。

キツネの Sr 同位体比（0.70945）は、分析誤差を超えて、花崗閃緑岩の初生値より小さい（図 4）。これにより、キツネが地域産小動物を摂取する高次消費者食とする仮定は棄却される。キツネは地域外の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位体比が小さい食物を摂取していたと考えなければならない。なお、イノシシの骨の Sr 同位体比は、イノシシが地域産の植物・動物を餌にしていたと考えて矛盾しない。

キツネが摂取する小手沢産餌の Sr 同位体比をイノシシと同じ（0.70993）と仮定して、Sr 同位体比が 0.70945 になるために必要な外来餌の割合を推定する。同位体比が 0.7092（海産魚を想定、海水の現在値は 0.7092¹⁴⁾）の場合、Sr 含有量が小手沢産餌と同じなら約 65%、5 倍でも約 28% を摂取する必要がある。一方、Sr 含有量が小手沢産餌と同じでも、同位体比が 0.7080 であるなら 25% の外来餌でキツネの Sr 同位体になる。

海水の Sr 同位体比は約 4 億年前から約 2500 万年前までは現在値より小さかった（0.7082–0.7067^{14, 15)}）。この時代の海水組成を反映した石灰岩などが分布するアメリカの Great Plains¹⁶⁾ やミシシッピ川下流¹⁷⁾ では水の Sr 同位体比が 0.708 程度である。米国産小麦には Sr 同位体比が 0.708 以下のものもある¹⁸⁾。このような Sr 同位体比が小さいアメリカ産の穀物が、家畜の飼料として、1970 年代には現在よりもはるかに大量に小手沢に入ってきていた。家畜の飼料は C₄ 植物のトウモロコシ（コーングルテンフィード）や魚粉も配合されている。地

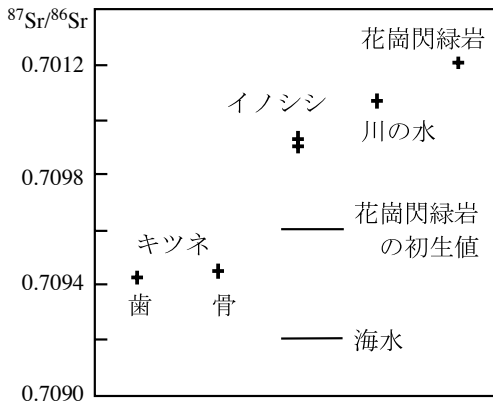


図 4. キツネ、イノシシ、河川水と花崗閃緑岩の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 同位体比。花崗閃緑岩の初生値と海水の組成¹⁵⁾ が横線で示してある。

蔵堂床下で死んだキツネが家畜の配合飼料などを恒常的に高い割合で摂取していたと考えれば $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$, Sr 同位体比の特徴が説明できる。この若い成獣の永久歯と骨が同様な同位体組成を持つことは親キツネも配合飼料などを大量に摂取していたことを示唆する。

5-4. 旧地蔵堂床下のキツネの死因

里山からキツネが消えた理由として餌不足が指摘されることが多い。小手沢でも、野ネズミ・野ウサギや昆虫、ドジョウやタニシ・カワニナが1960年代の農薬散布で少なくなった。1960年代はキツネが少なくなった時期でもある。餌の減少、農薬中毒あるいは農薬散布で死んだ小動物を食べたことによる二次的な中毒が1960年代のキツネの減少を招いたことは疑いない。

旧地蔵堂床下のキツネの死は、毒性の強い農薬の散布が中止されてから10年後であるので、農薬が直接の原因とは考えられない。また、体形から比較的若いキツネと推定されるので老衰とも考えにくい。餌不足か病死の可能性が高い。上で推定した外来餌の大きな割合は、餌不足に陥ったキツネが人家を漁ったとも、あるいは人の手を介した餌を採るキツネは深刻な餌不足に陥らなかったとも、導くことができる。畜舎へのアクセスが容易な状況を考えると、キツネが餓死するほどの餌不足に陥ったとは考えにくい。1970年代に疥癬と思われるキツネや野犬の死骸が見つかった。旧地蔵堂の床下で見つかったキツネには体毛がなかった。体毛は比較的簡単に抜け落ちるので断定はできないが、旧地蔵堂床下のキツネの死因はダニに寄生された感染症の可能性が高い。

5-5. 里山からキツネが消えた日から

小手沢では谷間・尾根・山の斜面など僅かな

平坦部も田畑に利用されていた。1970年代までは、イノシシはいても、これらの田畑が荒らされることは殆どなかった。しかし、1980年過ぎから、山沿いの田畑にイノシシが出没するようになった。イノシシの食害は年々ひどくなり、2000年以降は場所も作物も選ばずに荒らされるようになっていく。

通常、山間地の過疎化のために休耕地が広がり、格好の餌場を提供したためにイノシシが人里まで出没するようになったと言われている。しかし、小手沢の人々はイノシシの増加はキツネがいなくなったためと考えている。キツネは人家に近い山を縄張りしている。そして、機会があればイノシシの子“うり坊”を襲う。このため、キツネがいる時はイノシシが人里まで出てくることができなかった。キツネという障害がいなくなった結果、うり坊の生存確率が高まると共に、田畑にある豊富な餌を漁ることが可能となり、これが更にイノシシの繁殖を促進する、と考えている。イノシシの被害は直接の食害だけに止まらない。1990年代まで、イノシシは田畑の土手を掘り返してミズを漁っていたが、2000年以降はヘビやカエルも漁っているようである。人々は「ここ数年、草刈りでヘビやカエルを切ることが少なくなった」と実感している。

6. おわりに

愛知県豊田市小手沢町の旧地蔵堂の床下から皮膚の残ったキツネの遺骸が見つかった。このキツネの死亡時期は、 ^{14}C 年代測定により、1979年11月下旬～1980年1月上旬の期間であることが判明した。遺骸の $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ と $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は、キツネが家畜の配合飼料など外来の食物も摂取していたことを示す。

里山からキツネが消えた時期とイノシシが田

畑に侵入し始めた時期はほぼ一致している。地元住民の見解のように、キツネがイノシシの田畑侵入を抑制していた可能性が高い。しかし、里山にキツネを放てば元に戻るという単純な問題ではないと思われる。里山の小動物は復活しつつあるが、1950年代には遠く及ばない。キツネが外来の餌を漁ったと推定した畜舎は殆ど無くなり、新たにカラス・サギ・ハクビシン・サル等との競合も始まった。イノシシに対抗できる数のキツネが棲息する余地が現在の里山には無いように見える。

小手沢町の旧地藏堂床下から見つかったキツネの遺骸は里山の人とキツネが想像以上の共生関係にあったことを物語った。

謝 辞

豊田市小手沢町の皆様にはキツネ遺骸を提供していただき、また、地藏堂を新築した経緯・キツネの目撃例・イノシシ出没の顕在化とキツネの関係などの多岐にわたる情報を提供していただいた。奈良文化財研究所埋蔵文化財センターの松井章センター長と名古屋市東山動物園の橋川央副園長にはキツネの同定をしていただいた。本研究にあたり、年代測定総合研究センターの宮田佳樹博士から数々の有益な助言をいただき、日清食品ホールディングス株式会社にはチキンラーメンの袋の画像を提供していただいた。ここに記して、深く感謝する。

参考文献

- 1) 鈴木和博・中村俊夫・南 雅代・池田晃子, 2011, 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書, XXII, 121-134.
- 2) Libby, W.F., 1960, Nobel Lecture, December 12, 1960. [http://www.awai.de/fileadmin/user_upload/Research/](http://www.awai.de/fileadmin/user_upload/Research/Research%20Divisions/Climates%20Sciences/Paleoclimate%20Dynamics/Modelling/Lessons/The%20global%20carbon?NobelPrize.pdf)
- 3) Rafter, T.A. and Fergusson, G.J., 1957, *Science*, 126, 557-558.
- 4) Nydal, R. and Lövseth, K., 1983, *Journal of Geophysical Research*, 88, C6, 3621-3642.
- 5) Nakamura, T., Nakai, N. and Ohishi, S., 1987, *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, B29, 355-360.
- 6) Hua, Q. and Barbetti, M., 2004, *Radiocarbon*, 46, 1273-1298.
- 7) Yoneda, M., Suzuki, R., Shibata, Y., Morita, M., Sukegawa, T., Shigehara, N. and Akazawa, T., 2004, *Journal of Archaeological Science*, 31, 97-107.
- 8) Minagawa, M. and Wada, E., 1984, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, 549-555.
- 9) Nakai, Y., 1976, *Bulletin of Aichi University of Education*, 25, 97-112.
- 10) Suzuki, K. and Adachi, M., 1998, *Journal of Metamorphic Geology*, 16, 23-37.
- 11) Minagawa, M., Matsui, A. and Ishiguro, N., 2005, *Chemical Geology*, 218, 91-102.
- 12) Jahren, A.H. and Kraft, R.A., 2008, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 17855-17860.
- 13) 南 雅代・中村俊夫・平田和明・長岡朋人・鶴沢和宏, 2007, 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (XVIII), 134-142.
- 14) MacArthur, J.M., Howarth, R.J. and Bailey, T.R., 2001, *Journal of Geology*,

- 109, 155-169.
- 15) Bruke, W.H., Denison, R.E., Hetherington, E.A., Koepnick, R.B., Nelson, N.F. and Otto, J.B., 1982, *Geology*, 10, 516-519.
- 16) Gosselin, D.C., Harvey, F.E. and Frostz, C.D., 2001, *Natural Resources, School of Papers in Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln*, <http://digitalcommon.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1141&context=natrespapers>
- 17) Goldstein, S.J. and Jacobsen, S.B., 1987, *Chemical Geology, (Isotope Geoscience Section)*, 66, 245-272.
- 18) 篠崎美由起・有山 薫・川崎 晃・平田岳史, 2010, *分析化学*, 59, 1003-1011.