

機関番号：13601

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21710030

研究課題名（和文）流域の環境変動解析：放射性降下物をプローブとする里山管理放棄の影響評価研究

研究課題名（英文） Analysis of Environmental Change in the catchment: Impact assessment of abandonment of management practices in Satoyama using fallout radionuclides

研究代表者

福山 泰治郎 (FUKUYAMA TAIJIRO)

信州大学・農学部・助教

研究者番号：60462511

研究成果の概要（和文）：里山流域の土地利用の変化が、土砂流出に及ぼす影響を評価することを目的として、空中写真判読により流域の土地利用履歴を調査した。併せて、里山を集水域に持つため池堆積物を分析し、放射性核種を指標とした堆積年代推定に基づいて、長期間の表土流亡履歴を推定した。その結果、流域を覆っていた落葉広葉樹林がスギ人工林に転換された時期を境として、堆積速度が減少したと考えられ、流域の土地利用の変化が流出土砂量を減少させたと考えられた。

研究成果の概要（英文）：To assess the impact of land-use change in Satoyama catchment on sediment delivery, I investigated the land-use history based on aerial photography. Additionally, using sediment core sample retrieved from small reservoir, I tried to estimate the long-term erosion history in the catchment based on dating technique for sediment. Sedimentation rate was significantly decreased when the dominant plant species was converted from deciduous broad-leaved forest to conifer plantation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：中山間地域，里山の管理放棄，貯水池堆積物，放射性降下物，堆積年代推定，空中写真判読，土地利用履歴調査

## 1. 研究開始当初の背景

（1）高度経済成長期以来の社会構造・産業構造の変化は、環境に対する人為影響を著し

く変化させてきた。その顕著な例が、里山の管理放棄であろう。里山とは、都市域と原生的自然との中間に位置し、燃料や食料、肥料、飼料、屋根葺き材料を得るなど、生活に密着

して形成されてきた環境であり、集落をとりまく二次林と、農地、ため池、草原等で構成される領域と定義され、中山間地域（平野の周辺部から山間部に至る地域）とおおむね一致する。里山は国土の約40%を占め、高い生物多様性が持続的に維持されてきたことから、近年、その重要性が見直されてきている。その一方で、1960年代以降、放棄された里山が拡大している。化石燃料や化学肥料の普及が里山の存在意義を一変させ、高齢化・過疎化に伴って地域社会システムが維持されなくなったために、ため池や里山の維持管理が困難になり、棚田など生産効率の低い小規模耕作地が放棄されるようになり、放棄された里山が拡大しつつある。



図-1 調査対象地

(2) 集水域における土地利用の変化は、河川水質の変化を介して、その流入先である湖沼や海洋の生態系を改変する。それと同様に、里山の管理放棄は、水の流出経路や土砂生産源を変化させ、河川・海域の生態系に影響する恐れがある。したがって、里山の放棄のような流域の土地利用の変化が、水・土砂流出にどのような影響を与えるのか、正確かつ簡便に評価することが不可欠である。なぜなら、これらの客観的な評価は、流域の管理・保全に関わる合意形成や、対策の立案、対策の費用対効果の検証のために、不可欠な判断材料となるからである。

## 2. 研究の目的

里山の管理放棄が表土流亡に及ぼす影響を評価することを目的として、管理状況の異なる里山流域で、流域末端のため池堆積物を分析し、長期間の表土流亡履歴を推定する。これにより、管理放棄によって表土流亡がどのように変化したかを評価する。

## 3. 研究の方法

(1) 調査対象地として、石川県の能登半島を選定した。能登地域では、過疎化と高齢化が、全国平均より速いペースで進んでいる。特に奥能登4市町（輪島市、珠洲市、穴水町、能登町）の人口は現在8万1千人だが、2015年には2割減の6万5千人、65歳以上の割合が44%を占めると予想されている（石川県推計）。さらに平成19年3月25日の能登半島地震により、能登地方の過疎化に拍車がかかっている。そのため、里山林は手入れ不足となり、竹林の拡大、獣害問題等が深刻な状況にある。また、能登半島には大規模な河川がなく、平野も少ない地形であるため、約2千の水稻栽培用のため池が、村落共同体や個別の農家によって維持されてきたが、近年では管理不足のため池が増加している。

(2) 調査対象のため池として、集水域に里山を持つ2ヶ所の水田耕作用のため池（ビシャグソ堤（石川県七尾市）、新池（石川県珠洲市））を選定した（図-1）。池の管理状況については、堤体の草刈は年に一度行われているが、泥吐きは行われていない。池の満水面積はそれぞれ0.2 ha, 1 ha, 流域面積はそれぞれ5 ha, 8 ha, 最大水深はそれぞれ3.1 m, 3.4 mである。

(3) 1947年以降の空中写真を判読し、流域の樹種および森林施業の変化を把握した。ビシャグソ堤では、1965年時点では流域のすべてが広葉樹に覆われているものの、地表面が見え、疎な森林であったことが伺われる。1976年時点でも落葉広葉樹に覆われているのに対し、1982年時点では流域の一部でスギが植栽されている。一方、新池は流域全体が落葉広葉樹に覆われている。

(4) 2009年10月にため池の堆積物柱状試料をコアサンプラーで採取し、その場で厚さ1cmに切り分け、凍結乾燥させた後、粒度分析と放射性核種測定に供した。粒度分析は、まず採取した試料を前処理なしで粒度分析し、次に試料に含まれる有機物、塩酸可溶物、生物起源シリカを除去した鉱物の粒径を測定した。測定には、金沢大学環日本海域環境研究センターのレーザー回折式粒度分布測定装置SALD-2200（島津製作所）を用いた。放射性核種は、過去の大気圏核兵器実験由来の人工放射性降下物であるセシウム137 ( $^{137}\text{Cs}$ )と、天然起原放射性核種である鉛210のうち、大気降下成分である過剰鉛210 ( $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}} = ^{210}\text{Pb} - ^{214}\text{Pb}$ )を、同センターのゲルマニウム半導体検出器で測定した。珠洲市新池の堆積物試料の分析が未済であるため、ここでは、七尾市のビシャグソ堤で採取された堆積物柱状試料の分析結果について述べる。

#### 4. 研究成果

(1) 本研究の成果は、里山の放棄という過去の流域土地利用形態の変化が、流域の土砂流出（堆積速度）に及ぼす影響を評価したことである。成果の内容を以下に詳述する。

七尾市のビシャグソ堤で採取された堆積物柱状試料の分析結果を図-2 に示す。まず $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ は、概ね表層で高く、下層ほど低い深度分布を示した。最下層（26cm）から13.5 cm 付近までは、ほぼ一定の傾きを示し、13.5 cm 付近を境に傾きの変化が見られた。供給時の

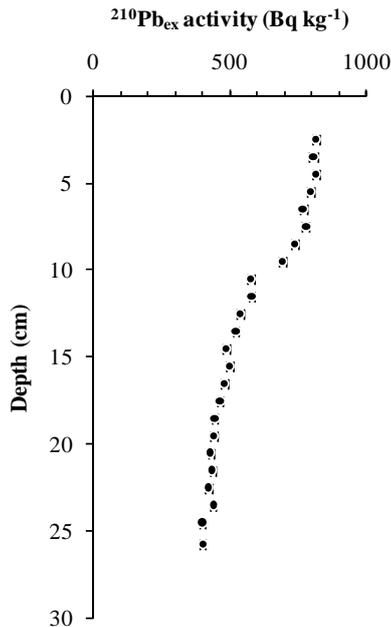


図-2 堆積物柱状試料分析結果 ( $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ )

堆積物に含まれる $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 濃度が一定で、それぞれの区間において堆積物の供給速度が一定であると仮定すると、13.5 cm 付近の堆積年代を境として堆積速度が減少したと考えられる。最表層の堆積年代を試料採取時（2009年）とし、 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の半減期を用いて堆積年代を求めると、最下層（26cm）は1973年、深さ13.5 cmは1980年に該当する。1973年から1980年と、1980年から2009年の平均堆積速度はそれぞれ $29.4 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ 、 $6.7 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ と計算され、堆積速度が4分の1以下に減少したことになる。ため池と集水域の面積比から、1973年から1980年と、1980年から2009年の集水域の平均侵食速度は、それぞれ $1.18 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ と $0.27 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ と計算された。

次に、 $^{137}\text{Cs}$ は、下層ほど高く、最下層から11.5 cm 付近まで単調に減少し、11.5 cm 以浅ではほぼ一定の値を示した（図-3）。我が国では、現在の環境中に存在する $^{137}\text{Cs}$ の大部分は、1950年代から1960年代前半にかけて大気圏核実験により拡散し、地表に降下したものである。 $^{137}\text{Cs}$ 降下量は1963年が降下量

のピークであるが（図-4）、採取した堆積物には濃度ピークが見られないので、最下層の堆積年代は1963年以降であると考えられる。このことは $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ プロファイルに基づいて最下層を1973年とする推定と一致すると考えられる。

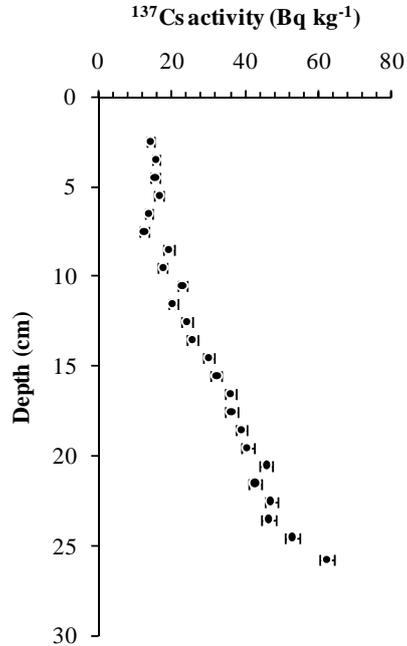


図-3 堆積物柱状試料分析結果 ( $^{137}\text{Cs}$ )

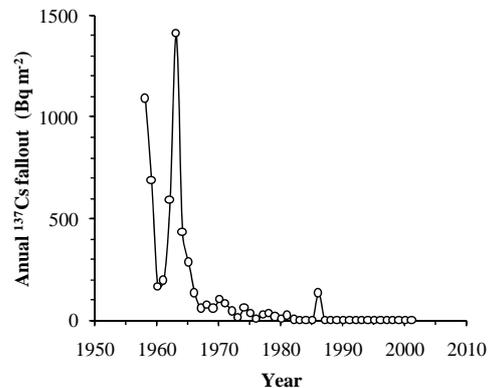


図-4 つくば市における $^{137}\text{Cs}$ 年間降下量

1980年付近を境に堆積速度が顕著に減少したことから、1980年頃に流域の環境変化があったことが伺われる。空中写真から、1976年時点で集水域を覆っていた広葉樹林が1982年時点で伐採され、スギが植栽されたことが確認され、堆積速度の変化した時期と対応している。これらの結果から、流域の土地利用の変化が流出土砂量を減少させたと考えられた。

(2) 得られた成果の国内外における位置付けとインパクト

里山の管理放棄の問題は、流域の土地利用形態と土砂動態との関わりの研究に位置づけられる。土地利用の変化が流域の土砂流出に及ぼす影響に関しては、土砂流出量の観測に基づく評価に加えて、流域からの土壌および栄養塩の流亡に対する土地利用別の寄与率推定や、地形変化が表面流の土砂輸送能に及ぼす影響のシミュレーションなど、トレーサーを用いた評価や表面流出モデルによる予測が行われてきた。また、耕作放棄が土壌流亡に与える影響を検討するために、耕作放棄による地形変化を考慮した土壌流亡量予測モデルが提案されてきた。しかしながら、土地利用変化の影響の長期的評価や、モデルの検証はほとんど行われていない。また本研究は、里山の持つ公益的機能の評価という側面も併せ持つ。里山の有する公益的機能に関しては、植生の管理が生物の種組成や多様性に及ぼす影響など、生物多様性の保全機能に関する研究の進展が著しい。その一方で、土砂流出防止機能や水質保全機能の観点からの研究は大きく立ち遅れているのが現状であった。したがって、本研究で土地利用変化の流域の土砂流出に及ぼす影響を評価できたことは、流域の土地利用形態と土砂動態との関わりに関する研究と、里山の持つ公益的機能の評価に関する研究の両側面において新たな展開につながると期待される。

(3) 今後の展望

集水域における土地利用の変化は、河川水質の変化を介して、その流入先である湖沼や海洋の生態系を改変する。それと同様に、里山の管理放棄は、水の流出経路や土砂生産源を変化させ、河川・海域の生態系に影響する恐れがある。したがって、里山の放棄のような流域の土地利用の変化が、水・土砂流出にどのような影響を与えるのか、正確かつ簡便に評価することが不可欠である。したがって、本研究の成果は、流域の管理・保全に関わる合意形成や、対策の立案、対策の費用対効果の検証のために、不可欠な判断材料となると期待される。

今後は、さまざまな条件下の里山流域を対象として、土地利用の評価や土地利用履歴に関する研究者と協働することにより、流域の土地利用形態と土砂動態との関わりに関する研究と、里山の持つ公益的機能の評価に関する研究を進展させることが重要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

福山 泰治郎 (FUKUYAMA TAIJIRO)

信州大学・農学部・助教

研究者番号：60462511