

土壤保全に関する経済分析  
—農業における土壤侵食問題を中心として—

慶應義塾大学経済学部経済学科 4年1組  
大沼あゆみ研究会 12期卒業論文  
学籍番号：21206885

金井 理

2016年1月11日

## 要旨

土壌は非常に多くの有用な機能を備えており、自然環境だけでなく、我々人間にも多くの恩恵を与えている。しかしながら、その大事な資源である土壌が様々な要因によって劣化しており、国内外含めて多くの地域で土壌問題が発生し、深刻な問題となっている。FAOをはじめとした多くの国際機関が土壌保全対策を行ってきたが、効果は一部にとどまるのみであった。その原因の一つとして保全対策を行うことによる農家側の経済的メリットが存在しなかったことが挙げられた。本論文は農業生産における土壌侵食問題に焦点を当てて、埼玉県深谷市の砂ぼこり問題をモデルケースとして、農家が土壌保全労働を投入するための政策について理論的分析を通して考察を行っていく。分析ではまず、農家個人での最適な労働配分と社会的最適な労働配分との間に差があることを示した。そして、その差を埋める対策として補助金と価格プレミアムの2点について経済モデルを用いた分析を行い、それら2つの対策をモデルケースである深谷市に当てはめた場合についての考察を行った。分析の結果、補助金及び価格プレミアムをそれぞれ適切に設定することで農家は社会的最適な土壌保全労働の配分を行うことが示され、深谷市に当てはめた場合に2つの対策が農家の土壌保全対策実施のインセンティブ発生につながるという考察に至った。

「運命は神の考えることだ。

人間は人間らしく働けばそれで結構である。」

—夏目漱石

## 目次

### 第1章：はじめに

### 第2章：土壌とは

#### 2-1：土壌の概要

#### 2-2：土壌侵食

### 第3章：先行研究

### 第4章：モデル分析

#### 4-1：農家個人の分析

#### 4-2：社会的厚生分析

#### 4-3：労働配分の比較

#### 4-4：土壌保全推進に向けた政策分析

##### 4-4-1：補助金に関する分析

##### 4-4-2：価格プレミアムに関する分析

##### 4-4-3：モデルケースにおける考察

#### 4-5：結論

### 第5章：おわりに

### 参考文献

## 第1章：はじめに

今日、世界の土壌のおおよそ4分の1が土壌侵食や塩類集積、重金属汚染などの土壌劣化の被害を受けている（大倉, 2009）。

中南米では森林伐採や過放牧などが原因で大規模な土壌侵食が発生し、2.4億haの土壌が劣化しており、これは全世界の土壌劣化面積の12%に相当する（農林水産省農村振興局整備部, 2006）。これにより、アルゼンチンでは土壌侵食による耕起コスト・再播種コスト・農薬使用量・化学肥料の増大や、不効率な機械の利用などで年間700百万ドルの経済損失が発生している。また、ボリビアとペルーに跨るチチカカ湖とそれに連なるポオポ湖を含めた流域では、過放牧や農地の不良な管理などによる流域からの土壌流亡が原因で地域の脆弱な生態系が破壊され、貴重な生物の多様性が絶滅の危険にさらされている（吾郷, 2008）。

こうした土壌問題は今に始まった問題ではなく、古くから存在する問題である。実際、古代メソポタミア文明は森林伐採と過放牧による洪水と灌漑農法によって土壌の塩類集積が発生したそれによる農業生産性の低下が原因で文明は衰退してしまっただのである（長谷川, 2013）。

このように、土壌侵食は一つの文明を衰退させる力を持ち、現在でも世界中の多くの国で発生している。土壌は非常に多くの有用な機能を備えており、我々人間にも多くの恩恵を与えるが、その生成には膨大な時間がかかるため、非常に重要な資源なのである。

こうした土壌問題に対してFAO（国連食糧農業機関）を中心とする国際機関が様々な農地・土壌問題の対策を行ってきた。その中の1つとしてFAOが1993年に実施した水土保持事業である。これは、水の流れによる土壌の流亡・運搬・堆積およびそれによる洪水の発生は、流出水が諸問題の主な原因であるという考えのもと、降雨・流水・侵食の影響とそれを最小限に抑えるための調査研究を行い、その結果を取り入れた保全計画が作成するというものである。そして、作成された保全計画での具体的な実施項目は、土木的保全対策の実施、農業普及部門とは別な土木的な水土保持を実施する専門機関の設置、政府が定めた土木的な保全事業を農家に実施させるための強力な指導の3つであった。しかしながら、対策の効果は一部分にとどまるのみで、土壌問題の根本的な解決には至っていないのが現状である（吾郷, 2008）。

こうした事態になったのには主に2つの要因が関係している。1つは、技術的側面である。現地の農民の方々に推奨する土壌保全技術はその効果が実証されているにもかかわらず、現地農民の方々はこれらの技術を採用しないことが多い。その理由として、侵食対策で必要となる農具を農民の方々が所有していないことや対策に必要な道具が現地では別用途に使用されていたことが挙げられた。2つ目は、経済的側面である。現地の農民の方々は土壌問題による被害を理解していないわけではなく、むしろ多くの農民が土壌の重要性を理解している。しかしながら、彼らにとってそれ以上に大事なことは農業生産によって得られる利益や肥料や種子などの毎年の労力・費用・時間をどれだけ取られるかなどである。したがって、保全事業を行うことでの利益が自分自身に発生しない場合や、保全に労力や資金を投入するよりも他の事業を行うことで容易に儲けられる場合には保全対策を受け入れないのである(吾郷, 2008)。

土壌問題・土壌保全を経済学的に分析している先行研究として Kenneth(1983)と Oscar(1981)がある。Kenneth(1983)では土壌を枯渇資源として扱い、経済モデルを用いて農家が時間経過とともに土壌をどのように使用するのかを分析している。一方、Oscar(1981)では時間経過に伴う農家の土壌の使用に対して統計学を用いて実証的に分析している。両者ともに土壌の使用に対する分析を通して土壌保全を行うための方針を提示しているが、具体的な対策を提示し、それに対する理論的もしくは実証的な分析は行っていない。

本論文では、様々な土壌問題の中でも農業生産における土壌侵食問題について取り扱い、農家が土壌保全労働を投入するための対策に対して理論的分析を行っていく。

第2章では土壌が持つ様々な機能やそれが生成されるまでの過程を説明することによって土壌が我々にとっていかに大事な資源であるかを明らかにしていく。さらに、土壌侵食発生メカニズムや侵食による被害を説明することで土壌侵食の影響を明確にする。

第3章では土壌問題や土壌保全に対して経済学的な分析を行っている先行研究を2つ紹介し、土壌問題に対してどのような分析を行っているのかを詳細に見ていく。そして、それまでの説明を受けて本論文で扱う問題意識を提示し、次章のモデル分析の方針を明らかにしていく。

第4章では、砂ぼこり問題が発生している埼玉県深谷市をモデルケースとし

て経済モデルを用いて理論的分析を行っていく。まず農家個人と社会全体でのそれぞれの労働配分を求め、個人的最適と社会的最適とで労働配分に差があることを示していく。次にその差を埋めるための政策として補助金と価格プレミアムの2つを挙げ、理論的分析を進めていく。さらに、この2つの政策をモデルケースである埼玉県深谷市に当てはめた場合についての考察を行っていく。

## 第2章：土壌とは

この章では、その土壌の生成、土壌の果たす機能などを詳しく説明していくことによって、土壌の重要性を説明していく。さらに、本論文の中心となる土壌侵食の概要を説明することで土壌侵食がもたらす影響を明らかにしていく。なお、本章の概要は久間(2005)、日本土壌肥料学会(2015)、長谷川(2013)、農業環境技術研究所(2010)、吾郷(2008)、農林水産省生産局環境保全型農業対策室(2007)、松本(2010)に基づく。

### 2-1：土壌の概要

まず、土壌の生成について説明していく。土壌の生成は岩石から始まる。岩石は気象の変化による膨張と収縮の繰り返しや降水、風食などが作用することによってひび割れができてくる。ひび割れにたまった水は岩石を溶解する作用を持っており、後部との集合体である岩石からカルシウムやマグネシウム、カリウム、ナトリウム、ケイ酸などの多様な成分を溶かしだし、それらの物質が溶け込んだ水溶液を作り出す。これらの風化作用を受けることによって、岩石は細かくなっていき、土壌に含まれる無機物の材料になっていく。さらに、こうして細かい状態になった岩石にコケ植物や藻類などが光合成を行うことによって、有機物が生成される。こうしたいくつものプロセスが複雑に進行していくことで岩石の風化は進んでいき、有機物と無機物が組み合わせり、ある厚さに岩石とは異なる滑らかな物質が生成される。この物質が「土壌」と呼ばれるものである。こうして生成される土壌の中で、特に重要なのが地表面に一番近い表土の部分である。岩石が風化したことで作られた物質に動植物の分泌物や排泄物、死骸などの有機物が作用すると、黒色の物質が生み出される。これは腐植と呼ばれるものであり、水分をよく含み、植物の栄養を一時的に蓄えておく性質を持つ。表土はこの腐植と無機物が混ざり合ってきた土地生産性に最も影響を与える大切な部分なのである（長谷川, 2013）。

そして、こうした一連の流れを経て土壌が生成されていくまでにかかる時間について、場所や条件にもよるが、1haの農地に15cmの表土ができるまでにおよそ2000年～3000年かかる。すなわち、1cmの表土ができるまでに100～数

百年という膨大な時間がかかることになる。さらに、層が形成されるまでに土壌が発達するためには数千～数万年もの年月が費やされるのである（久馬, 2005）。

次に、土壌が持つ様々な機能について説明する。土壌には大きく分けて3つの機能が備わっている。

1つは、植物生産機能である。これは、植物の生育に必要な養水分を蓄積・供給するとともに、植物体を支持する機能である。土壌には微生物の粘液や分解された有機物、土壌生物の排泄物が土の粒子とくっついて大小さまざまな隙間が発達した団粒構造とよばれるものが存在する。この団粒構造の隙間に土壌生成過程で岩石から溶け出したカルシウム、カリウム、ケイ酸などの無機物や動植物の分泌物や排泄物による有機物などの養分および雨水が蓄積されることによって、植物に養水分を供給し、植物の生産装置として機能しているのである。また、土壌中の水分は比熱が大きいいため、高温時には蒸発に伴って大量の熱を奪い、低温時には氷結により、熱を放出するため、地温の急変を防ぐ機能を持っている。したがって、農業生産において、冷害や干害等の気候変動の影響を受けにくい安定的な作物生産が可能となる（農林水産省生産局環境保全型農業対策室, 2007）。

2つ目は水質・大気の浄化機能である。これは、多様な物質をろ過・吸着・分解することにより水質や大気を浄化する機能である。土壌による水質・大気の浄化には3つの方法がある。1つは、土壌の団粒構造による浄化である。団粒構造内に生じている隙間に汚水や空気が流入すると、それらがゆっくり移動している間に懸濁物質や細菌が除去され、浄化されるのである。2つ目は、土壌内物質の化学的作用による浄化である。粘土粒子や土壌生成過程で生み出された腐植にアンモニウムイオンや重金属イオンが吸着することによって、水や空気がきれいな状態になる。3つ目は、土壌微生物による浄化である。土壌中に生息している動物や微生物の働きによって、汚濁物質が分解・無機化、再合成され、一部は植物の栄養分として利用される。また、土壌は物理的化学反应によって、窒素酸化物や硫黄酸化物等の汚染物質を吸着するほか、微生物の作用によって、一酸化炭素を吸収・吸着・無毒化する機能も有している（農林水産省生産局環境保全型農業対策室, 2007）。

3つ目は、生物多様性の保全機能である。団粒構造の大小様々な隙間が存在することで、生活空間の多様性が生まれ、土壌は多種多様な生物の生息の場とな

っており、その内訳は図1のようになっている。そして、多くの土壌内生物は植物生産性向上に役立ったり、エネルギーを生産したり、抗ウイルス物質等の有用物を生成したりするなど、我々にとって非常に有効な機能を有している。ゆえに、土壌は生物資源の宝庫でもある（松本，2010）。

種類	内訳	個体数
微生物	細菌	10 <sup>9</sup> 個体/g土壌
	カビ	10 <sup>5</sup> 個体/g土壌
	放線菌	10 <sup>7</sup> 個体/g土壌
	藻類	10 <sup>6</sup> 個体/g土壌
小型動物	原生動物	10 <sup>5</sup> ~ 10 <sup>6</sup> 個体/g土壌
	センチュウ	10 ~ 15個体/g土壌
中型動物	ダニ類	10 <sup>4</sup> ~ 10 <sup>5</sup> 個体/m <sup>2</sup>
	トビムシ	10 <sup>3</sup> ~ 10 <sup>5</sup> 個体/m <sup>2</sup>
大型動物	ミミズなど	10 <sup>3</sup> 個体/m <sup>2</sup>
哺乳動物	モグラなど	9 ~ 10個体/m <sup>2</sup>

図1: 土壌内生物の内訳

松本聰(2010)「土壌の機能」『地球環境』第15巻 第1号 9-14  
をもとに筆者作成

## 2-2: 土壌侵食

ここでは、土壌侵食の概要を説明していく。土壌侵食とは風や雨などの水によって、土壌が運び去られてしまう現象である。土壌侵食によって1年間で1haあたり4~5mmの土壌が流出してしまう（日本土壌肥料学会，2015）。土壌の生成量を考慮すると、わずか1年で数百年かけて生成される貴重な土壌が失われてしまうことになる。土壌侵食が発生する原因は大きく分けて風食と水食の2つである。

まず、風食について、風食とは、強風によって表土が飛散する現象である。年間降水量が少なかったり、年平均気温が高かったりすると、土壌が乾いて凝集力を失ってしまい、風によって飛散しやすくなってしまう。植物が植えられると根が地中に張るため、土壌に絡みつき、風によって飛びづらくなる。また、植生が土壌に庇陰をあたえることによって、蒸発の減少や、土壌の水分保全につながり、土壌に飛散防止につながる。ゆえに、植生被覆の不十分な地域では

風食がおこりやすい（日本土壤肥料学会, 2015）。

次に、水食について説明する。山地や丘陵地のような傾斜地で雨が猛烈に振ったり、長時間降り続いたりすることで土壌が蓄えられる量を超えると、雨水は斜面に沿って流れ出す。水食はこの流れ出た水が土壌を削り取り、運び去ることによって発生する。水食の程度は主に3つの要因が関係している。1つは斜面の状態である。斜面が長く急であるほど、地表から流れ出た雨水の勢いは増し、土壌を削り取る力は大きくなる。2つ目は、土壌の状態である。土壌の団粒構造が安定していると水を浸透させる能力は大きくなり、流れ出た水に対する耐性も強くなる。反対に、団粒構造が不安定な土壌では雨が地表面をたたきつける衝撃で土壌粒子はバラバラになってしまい、その粒子が団粒構造の隙間を埋めてしまうため、浸透する水が減って、地表から流れ出る水が増えてしまう。3つ目が植生要因である。土壌に植物が植えられていたり、落ち葉等で覆われていれば、根が土壌をしっかり掴んだり、雨の衝撃を和らげるクッションの役割を果たしたり、流れ出た水の勢いを弱める機能を果たしたりすることで水食を抑えてくれる。ゆえに、土壌が何も覆われていない場合には水食は深刻な問題となる（日本土壤肥料学会, 2015）。

土壌侵食が発生することによって、以下のような被害が起こる。1つは、土地生産性の低下である。2-1で説明したように、土壌は地表面に近い土層ほど、有機物・無機物などの栄養分が豊富で肥沃な土となる。したがって、土壌侵食が発生すると、その肥沃な土壌である表土が流出してしまうため、土地の生産性が低下してしまうのである。また、土地の生産性が低下すると、植物の量が減ってしまうことから、植物被覆が行われていない土壌の割合が増え、ますます土壌侵食が加速してしまう。すると、最終的にはその土地での生産活動が不可能となり、持続的な農業生産ができなくなってしまう。2つ目は、土壌流出による環境問題である。土壌侵食によって運び出された土壌粒子が河川や湖沼、海に流入した場合、土壌粒子に吸着されていた栄養分が溶け出すことで水質の富栄養化の原因となり、水生生物に悪影響を及ぼしてしまう。さらに、流出した土壌が湖沼や貯水池に堆積すると、貯水量が減少し、水力発電の障害となったり、洪水の原因となったりする。また、風食によって大気中に放出された土壌粒子が人間や動物の健康に悪影響を及ぼすこともある（農業環境技術研究所, 2010）。

このように、土壌侵食は我々の生活を支えている大事な土壌を奪い去り、農業生産性の低下や河川・湖沼・海の水質悪化、我々人間の生活環境の悪化などの悪影響を与えている。こうした土壌侵食による被害は多くの地域で発生している。こうした土壌問題に対して FAO（国連食糧農業機関）を中心とする国際機関が様々な農地・土壌問題の対策を行ってきた。その中の 1 つとして FAO が 1993 年に全世界で実施した水土保持事業である。これは、水の流れによる土壌の流亡・運搬・堆積およびそれによる洪水の発生は、流出水が諸問題の主な原因であるという考えのもと、降雨・流水・侵食のインパクトの影響とそれを最小限に抑えるための調査研究を行い、その結果を取り入れた保全計画が作成するというものであった。そして、作成された保全計画での具体的な実施項目は、土木的保全対策の実施、農業普及部門とは別な土木的な水土保持を実施する専門機関の設置、政府が定めた土木的な保全事業を農家に実施させるための強力な指導の 3 つであった。しかしながら、対策の効果は一部分にとどまるのみで、土壌侵食は減少するどころか、地域によってはかえって加速してしまった場所もあった。こうした事態になったのには主に 2 つの要因が関係していた（吾郷, 2008）。

1 つは、技術的側面である。営農的対策として現地の農民の方々に推奨した土壌侵食対策技術は風食や水食に対する抑制効果があることが実証されているものであった。しかしながら、多くの現地農民の方々はこれらの技術を採用しなかった。その理由としては、侵食対策で必要となる農具を農民の方々が所有していなかったことや対策に必要な道具が現地では燃料、飼料、建築資材などの別用途に使用されていたこと、土地の権利や慣習などの地域の社会的要素が対策技術に調和しなかったことが挙げられた（吾郷, 2008）。

2 つ目は、経済的側面である。現地の農民の方々は土壌侵食による被害を理解していないわけではなく、むしろ多くの農民が土壌流出の深刻さや土壌保全の重要性を理解している。しかしながら、彼らにとってそれ以上に大事なことは農業生産によって得られる利益や肥料や種子などに投入される毎年の労力・費用・時間をどれだけ取られるかなどである。したがって、保全事業を行うことでの利益が自分自身に発生しない場合や、保全に労力や資金を投入するよりも他の事業を行うことで容易に儲けられる場合には保全対策を受け入れないのである（吾郷, 2008）。

このように、技術的側面や経済的側面での障壁が存在するため、土壌侵食への対策事業はなかなか思い通りに進んでいないのが現状である。

では、このような土壌問題に対して経済学的な分析を行っている先行研究を次章で見えていく。

### 第3章：先行研究

この章では土壌問題に対して経済学的な分析を行っている先行研究を2つ紹介する。

(1) Kenneth E. McConnell. (1983) “An Economic Model of Soil Conservation,”  
*American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 65, No. 1, pp. 83-89

この論文では土壌を農家にとっての資本と位置づけ、農業生産の経済モデルに土壌深度と土壌流出の要素を組み込むことによって、農業生産者が生産行動を通じてどのようにして土壌流出制御及び土壌の使用を決定していくのかを理論的に分析している。分析を進めていく際、農家1主体のみでのモデルと農家を家族農業経営、賃貸家族農業経営、法人農業経営の3種類に分類した場合のモデルとで設定を分けている。これら2つのモデルを用いることで、農家個人の土壌使用と社会全体での最適な土壌使用を導き出している。

まず、農家個人の土壌使用に対する分析について、農地という資産への高い関心と資本市場が円滑に機能していることが農家の農地再販価値に対する重要性の増加につながり、土壌流出の間接的費用が将来にわたって増加していくことが再販価値に関する土壌深度の影響に関わってくるという状況の下、3つの分析結果が得られた。1つは、農地の再販価値の減少による損失が補填される場合のみ、合理的な農家は自分の保有する土壌を使い果たすことになるということである。2つ目は、土壌深度の変化による農地再販価値の影響を小さくする要因であればどんなものでも各期における土壌流出の間接的費用を減少させるということである。3つ目は、将来的な価格の増加や割引率の減少、土壌深度に対する生産計画の改善など、利得の現在価値を増加させるものであればどんな要因も土壌損失増加の抑制につながっていくということである。

次に、社会全体での最適な土壌使用に関する分析でも同様にして3つの分析結果が得られた。1つは、金融及び実物資産の市場が効果的に機能しているならば、農家個人は土壌使用に関して、社会的最適経路と同じ行動をするということである。2つ目は、全ての年代での利得を同等のものとみなした場合でも、いくつかの農地に関しては土壌を使い果たすことが最適になる可能性があるということである。3つ目は、全ての年代での利得を同じ価値のものとみなし、流

出した土壌を技術革新や資本蓄積で代替することができないと仮定するならば、一年当たりの土壌流出を土壌流出の固定価値より下回らせる政策は正当性を持つということである。

以上、農家個人及び社会全体での最適な土壌使用に対する分析を通して、以下3つを論文の結論として導き出した。1つは、土壌流出の増加は農家が有限な資源である土壌と農業生産の関係を軽視していることを表すわけではないということである。2つ目の結論は、もし農家が、土壌が農地の再販価値に影響することを知っているのならば、土壌を保全しようとする。ゆえに、土壌深度と土壌の経済的価値に関する情報は開示や農地の資産価値に対する土壌深度の影響に関する調査は積極的に行われるべきである。3つ目は、1年で失われる砂の量が自然に生成される砂の量を下回るようにすることは土壌使用に関する政策や農耕技術において重要になってくるということである。

(2)Oscar R. Burt .(1981) “Farm Level Economic of Soil Conservation in the Palouse Area of the Northwest,” *American Agricultural Economics Assosiation* .

この論文では、(1)の Kenneth(1983)とは異なり、統計学を用いて土壌保全を実証的に分析している。分析対象となる地域はアメリカ北西部に広がるパルース地形と呼ばれるものである。ここでは、肥沃な土壌で降水量も十分あるため、小麦の生産が盛んである。しかしながら、傾斜面が急な丘が多く、土壌侵食が発生しやすいという特徴がある。状態変数として表土の深さと土壌の上から6cm 内に含まれている有機物の割合を使用している。表土の深さと有機物の割合は土壌の肥沃さを表すには最適な要素であり、農業生産の変化を効果的に表すことができる。また、これら2つの変数は作物栽培と土壌侵食に関係している土壌の構造を間接的に表現していることから重要なものとなる。モデルを作るための関数や数値の関係は Pawson et al の論文のデータを参考にすることで作り上げている。モデル分析を行うことで3つの分析結果が得られた。1つは、1978年の物価水準で小麦の価格が1ブッシェル\*1当たり4.25ドルの場合、表土に含まれる有機物の割合が1.5%以上ならば、全ての畑のうち85.7%を小麦

---

\*1 1ブッシェル=60ポンド (=2.72kg)

栽培に使用する。そしてこのような農地の使用における有機物割合の均衡は 3.5% であり、1 年当たりの土壌流出量は 4.75 トンになる。この割合で土壌がなくなる場合、1cm の表土が消失するのに 28~29 年かかる。2 つ目は、1978 年の物価水準で小麦の価格が 1 ブッシェル当たり 3.20 ドルの場合、有機物の割合と小麦栽培面積割合との関係は図 2 のグラフで表されるということである。3 つ目は、1960 年における分析対象地域の表土の平均的な深さが 18cm であったことを考慮すると、小麦価格が 4.25 ドルの下で農家が最適行動をする場合、表土の深さが 18cm から 6cm になるまで約 330 年かかる。小麦価格が 3.20 ドルの場合は、同じ深さになるまでおおよそ 400 年かかる。

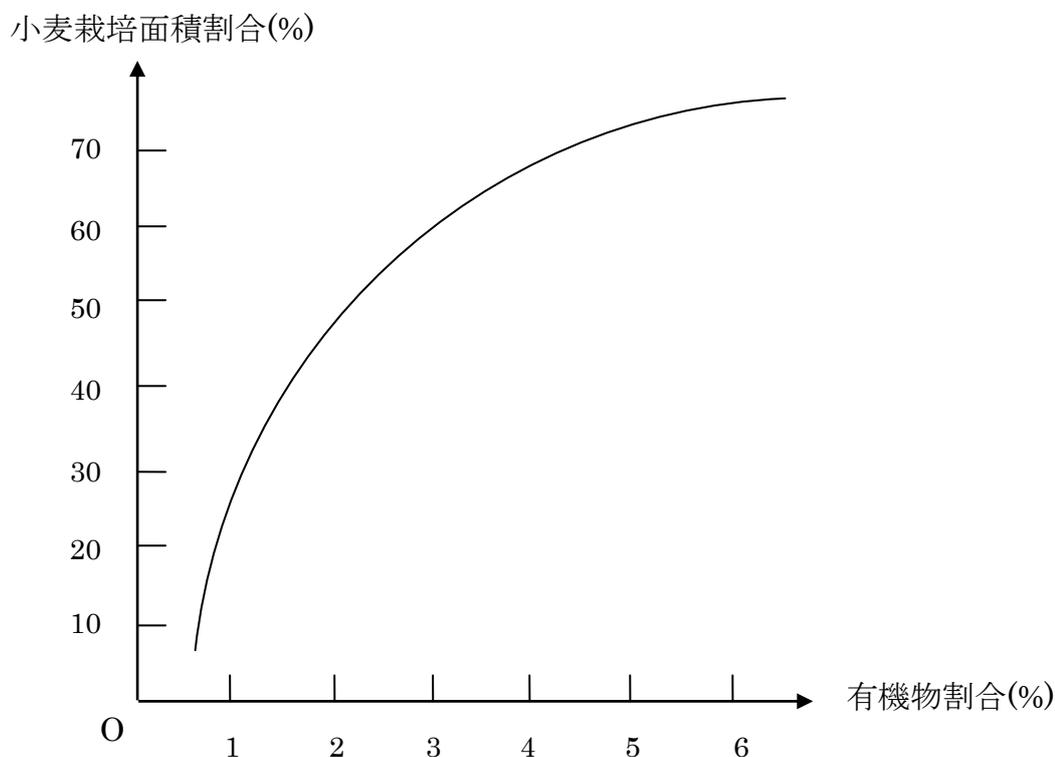


図 2：小麦 1 ブッシェル当たり 3.20 ドルにおける小麦栽培面積と有機物割合との関係

次に、表土の深さを 6cm に固定し、有機物の割合のみを変化させるモデルを設定した場合、3 つの分析結果が得られた。1 つは、均衡状態における有機物の割合は 2.885% であり、最適な小麦農地面積割合は 56% になる。また、均衡状

態における年間の土壌流出量は1 エーカー\*2あたり 2.9 トンである。すなわち、1cm の砂が消失されるのにおよそ 45 年かかることになる。2 つ目は、土壌に含まれる有機物の割合が 1 単位増加した時の限界価格に関しては、有機物の割合が 1.5% のとき 59.98 ドル(1978 年の物価水準)で最大になる。3 つ目は、1 変数モデルでの均衡状態における有機物の割合は小麦価格が 3.2 ドルのとき 2.89% になる。それよりも価格が高くなった場合、均衡割合は 2.15% に低下してしまう。

これまでの議論を踏まえて問題意識について述べていく。土壌は我々人間や他の生物の生活を支え、多くの恩恵をもたらす大事な資源である。ところが、風食や水食によって引き起こされる土壌侵食によってその土壌が失われ、農業生産や自然環境、我々人間の健康にも悪影響を与えている。土壌侵食は国内外含めて様々な地域で発生している問題であり、FAO (国連食糧農業機関) をはじめとした国際機関が対策事業を行っている。

しかしながら、事業の効果は一部に留まるのみで、あまり進展がないのが現状である。このような事態になった原因が主に 2 つある。1 つは、技術的側面である。土壌侵食に対する効果が実証されていても、それに使用される道具が現地では扱われていないことや道具が存在したとしても、現地では他の用途に使用されているため、対策技術を採用できない状況にある。2 つ目は、経済的側面である。農家が土壌侵食による被害や土壌の保全よりも大事なことは、農業生産による収益や毎年の労働・時間・費用である。したがって、土壌保全を行うことによって農家側に経済的メリットが発生しなければ、対策事業が効果を出すのは難しくなる。

土壌問題・土壌保全を経済学的に分析している先行研究のうち、理論的分析を行っているものとして Kenneth(1983)を、実証的分析を行っているものとして Oscar(1981)を見てきた。両者ともに農家の土壌の使用に対する分析を通して土壌保全を行うための方針を示しているが、そこから具体的な対策を提示し、それに対する理論的もしくは実証的な分析は行っていない。

本論文では土壌保全対策が進行していない 2 つの原因のうち、後者の経済的側面を問題意識として挙げる。そして、農家の方々が土壌保全対策を行うイン

---

\*2 1 エーカー=約 4047m<sup>2</sup>

センティブが生まれるための政策に関して、埼玉県深谷市土壌侵食問題をモデルケースにした理論的分析を行うことで考察していく

## 第4章：埼玉県深谷市土壌侵食問題の理論的分析

ここでは、埼玉県深谷市の土壌侵食問題に対してモデル分析を行う。分析に入る前に、モデルケースとなる埼玉県深谷市とそこで発生している砂ぼこり問題について説明していく。

深谷市は埼玉県の北部に位置し、北を利根川が、南を荒川が流れている。農業出荷額はおよそ 356 億円で、県内 1 位、全国でも 15 位と指折りの農産地である\*3。その深谷市で畑からの大規模な砂ぼこりが問題視されている。深谷市の中央地域では、土地柄的に土が非常に軽いという性質があるため、2月から5月初旬にかけて発生する季節風の影響で畑から大量の砂ぼこりが発生してしまう。この砂ぼこりが発生する要因が主に 2 つある。1 つは、土壌的要因である。砂ぼこり発生地域では周囲に河川が存在しないため、畑の土壌が細かく、柔らかいため、風食の影響を受けやすくなっている。2 つ目は気候的要因である。冬季の乾燥・凍結及び 2 月から 5 月初旬にかけて季節風が生じるため、畑の土壌が強風で飛散してしまうのである。3 つ目は、作付け要因である。深谷市で主に栽培されている作物はネギ、ブロッコリー、ホウレンソウであり、これらの大半は季節風が発生し始める 2 月の前までに収穫を終えてしまう。したがって、季節風発生時期には畑の土壌を覆うものがほとんどないため、強風で流出してしまうのである\*4。こうした要因で発生する砂ぼこりによって、農家の人々にとっては、優良土壌が失われてしまうことになり、非農家の人々にとっては、運び込まれた土壌が洗濯物に付着したり、自宅の庭に大量の砂が堆積してしまったりするなどの被害が出ているのである。これに対して深谷市は、以下のような取り組みを行っている。1 つは、防風ネットやスプリンクラーの設置である。防風ネットを設置することによって強風で畑から運び出された土壌が遠くへ飛散してしまうのを防止し、スプリンクラーを作動させることで土壌粒子が互いに結びつき合い、風食の影響を受けにくくなるのである。しかしながら、これらの取り組みはあくまで深谷市が農家の人々に協力を呼びかけるものであり、実際に行う際にはこれらの設置は全て農家個人の負担になってしまう。防風ネ

---

\*3 深谷市 HP による。

\*4 深谷市役所提供資料による。

ットもスプリンクラーも初期投資や維持費がかかってしまい、設置する農家も少ないのが現状である\*5。また、スプリンクラーに関しては、北と南の両端に河川があることから砂ぼこりが発生している中央地域にはなかなか水が行き渡らないという現状があるため、設置が難しいという現実がある\*6。2つ目は、緑肥作物の栽培である。緑肥作物とは、ライムギやエンバクなど、それ自体を収穫するのではなく、田畑にすき込むことで肥料にする作物である。緑肥作物を植えることによって、土壌の表面を覆うことができ、土壌を風食の被害から守る役割を果たしている。さらに、緑肥作物の栽培は土壌侵食防止だけでなく、土壌中の微生物間のバランスを改善することで病害虫の発生を防いだり、土壌にすき込むことで効率よく有機物を供給したり、保肥力が増すことで農作物の収量・品質を向上させたりする効果がある（JA とうかつ中央, 2015）。また、費用の点から考えても上記の防風ネットやスプリンクラーの設置よりも安く済むというメリットがある\*7。しかしながら、農家の人々にとっては緑肥作物自体が商品作物として収益を生み出すものではないため、栽培するインセンティブが弱いのである。さらに、緑肥をすき込むことで生じる病害虫発生防止や保肥力増加などの効果はある一定期間緑肥を栽培し続けることで初めて現れてくる。ところが、深谷市の農家の多くが短期的な収益を重要視するため、緑肥作物を栽培することは費用対効果が薄いのである\*8。

以上の現状を受けて、モデル分析を進めていく。深谷市の農家の方々は長期的な農業生産よりも農業生産によって短期的にどれくらいの利益を上げられるかということを重要視するため、ここでは静学的分析で分析を進めていく。また、砂ぼこりによる被害は土壌保全労働を投入することで抑制することができるものとする。分析の流れとしては、まず農家個人の利潤最大化行動に基づく最適な労働配分と農家と消費者を足し合わせた社会全体での最適な労働配分をそれぞれ求める。そして、それぞれの最適労働配分を比較し、大小関係を示す。その上で、農家が土壌保全労働に対して社会的最適な配分を達成するための政

---

\*5 深谷市役所インタビューによる。

\*6 深谷市役所インタビューによる。

\*7 深谷市役所提供資料による。

\*8 生産農家へのインタビューによる。

策を補助金とプレミア価格の二点に関してモデル分析を通して考察していく。

#### 4-1 : 農家個人の分析

ここでは、農家個人の行動について分析を行っていく。農家は労働を農業生産労働、土壌保全労働、余暇の3つに配分する。そして、自身の利潤を最大化するために労働を配分する。また、深谷市の農家の方々は長期的な農業生産よりも農業生産によって短期的にどれくらいの利益を上げられるかということのを重要視するため、静学的分析で分析を進めていく。農家個人の分析に関して、文字を以下のように設定する。

$\bar{L}$  : 総労働

$L_A$  : 農業生産労働

$L_C$  : 土壌保全労働

$l$  : 余暇

$K$  : 農地

$P$  : 農作物価格

$\pi$  : 農家の利潤

$Y$  : 農家の生産量 ( $= Y(L_A)$  ,  $Y'(L_A) > 0$  ,  $Y''(L_A) < 0$  )

$G$  : 余暇による効用 ( $= G(l)$  ,  $G'(l) > 0$  ,  $G''(l) < 0$  )

まず、農家の総労働  $\bar{L}$  について、総労働は農業生産労働、土壌保全労働、余暇の三つを足し合わせたものとする。すなわち、

$$\bar{L} = L_A + L_C + l \quad \text{—————(1-1)}$$

と定義する。ここで、農家の利潤  $\pi$  を

$$\pi = PY + G \quad \text{—————(1-2)}$$

とする。ここで、農家の生産量  $Y$  を

$$Y = F(K, L_A) \quad \text{—————(1-3)}$$

と定義する。ここでは静学分析なので、農地の生産要素  $K$  は一定となる。なので、生産量  $Y$  を(1-3)式より、

$$Y = F(\bar{K}, L_A) = f(L_A) \quad (* f'(L_A) > 0 , f''(L_A) < 0 ) \quad \text{—————(1-4)}$$

と表す。よって、(1-1)~(1-4)式より、農家の利潤  $\pi$  は

$$\pi = Pf(L_A) + G(\bar{L} - L_A - L_C) \text{ —————(1-5)}$$

と表せる。農家の利潤  $\pi$  を最大化する最適な農業生産労働  $L_A$  と土壌保全労働  $L_C$  を  $L_A^M$ 、 $L_C^M$  とし、農家個人の最適な労働配分を求めていく。ここで、(1-5)式を  $L_C$  で微分すると、

$$\frac{\partial \pi}{\partial L_C} = -G'(\bar{L} - L_A - L_C) \text{ —————(1-6)}$$

(1-6)式の右辺は常に負なので、

$$\frac{\partial \pi}{\partial L_C} < 0 \text{ —————(1-7)}$$

が成り立つ。よって、(1-7)式より、農家個人の最適な土壌保全労働  $L_C^M$  は

$$L_C^M = 0 \text{ —————(1-8)}$$

となる。これを農家の利潤  $\pi$  の式に代入すると、

$$\pi = Pf(L_A) + G(\bar{L} - L_A) \text{ —————(1-9)}$$

と表せる。ここで、農家個人の最適な農業生産労働  $L_A^M$  について、利潤  $\pi$  の  $L_A$  に関する最大化条件は(1-9)式より、

$$\frac{\partial \pi}{\partial L_A} = P^M f'(L_A) - G'(\bar{L} - L_A) = 0 \text{ —————(1-10)}$$

となる。 $P^M$  は作物のマーケット価格とする。 $f'$ は $L_A$ に関する減少関数であり、 $G'$ は $L_A$ に関する増加関数なので、(1-10)式を満たす $L_A$ が存在し、これが $L_A^M$ となる。よって、農家個人の最適な余暇を $l^M$ とすると、農家個人の利潤最大化行動に基づく最適な労働配分は

$$\begin{cases} L_C = L_C^M = 0 \\ L_A = L_A^M \\ l = l^M = \bar{L} - L_A^M \end{cases} \text{ —————(1-11)}$$

となる。(1-11)より、農家個人が利潤最大化行動を行う場合、土壌保全労働  $L_C$  は 0 となり、総労働  $\bar{L}$  を農業生産労働  $L_A$  と余暇  $l$  の 2 つに分配することになる。

#### 4-2 : 社会的厚生分析

ここでは、社会的厚生分析を行っていく。社会的厚生は農家の利潤と消費者の効用の 2 つで構成されるものとする。そして、消費者は消費から効用を得て、その効用は砂ぼこりによる被害、商品の購入による支払いによって減少するものとする。そして、砂ぼこりによる被害は土壌保全労働によって抑制する

ことができるものとする。また、深谷市の農家の方々は長期的な農業生産よりも農業生産によって短期的にどれくらいの利益を上げられるかということに重要視するため、この節でも静学的分析で分析を進めていく。社会的厚生分析に関して、4-1で用いた文字に加えて新たに以下の文字を設定する。

U : 消費者の効用

u : 消費による効用 ( $= u(Y)$  ,  $u'(Y) > 0$  ,  $u''(Y) < 0$ )

z : 土壌流出量

D : 砂ぼこりによる消費者の被害 ( $= D(z)$  ,  $D'(z) > 0$  ,  $D''(z) > 0$ )

SW : 社会的厚生

まず、社会的厚生 SW について、社会的厚生は農家の利潤と消費者の効用の和で表すものとする。すなわち、

$$SW = U + \pi \text{ —————(2-1)}$$

と定義する。次に、消費者の効用 U について、消費者は消費から効用を得て、その効用は砂ぼこりによる被害、商品の購入による支払いによって減少するので、

$$U = u - D - PY \text{ —————(2-2)}$$

と表される。また、土壌流出量 z は土壌保全労働を投入することで抑制させることができるので、

$$z = \theta K - \varphi L_C \text{ (* } \theta, \varphi \text{ はそれぞれ正のパラメータ) —————(2-3)}$$

と定義する。すなわち、土壌流出量 z は農地 K 一単位当たり  $\theta$  の割合だけ流出するが、その流出量は農地保全労働  $L_C$  一単位当たり  $\varphi$  の割合だけ抑制することができることを表している。よって、砂ぼこりによる被害 D は(2-3)式より、

$$D = D(\theta K - \varphi L_C) \text{ —————(2-4)}$$

と表すことができる。よって、(2-2)、(2-4)式より、消費者の効用 U は  $Y = f(L_A)$  であることを合わせると、

$$U = u(f(L_A)) - D(\theta K - \varphi L_C) - Pf(L_A) \text{ —————(2-5)}$$

と表せる。以上、(1-5)、(2-1)、(2-5)式より、社会的厚生 SW は

$$SW = u(f(L_A)) - D(\theta K - \varphi L_C) + G(\bar{L} - L_A - L_C) \text{ —————(2-6)}$$

となる。社会的厚生 SW を最大化する農業生産労働  $L_A$  と土壌保全労働  $L_C$  を  $L_A^*$ 、 $L_C^*$  とすると、それぞれの最大化条件は

$$\begin{cases} \frac{\partial SW}{\partial L_A} = u'(f(L_A)) \cdot f'(L_A) - G'(\bar{L} - L_A - L_C) = 0 & \text{—————(2-7)} \\ \frac{\partial SW}{\partial L_C} = \varphi D'(\theta K - \varphi L_C) - G'(\bar{L} - L_A - L_C) = 0 & \text{—————(2-8)} \end{cases}$$

となる。(2-7)、(2-8)式をともに満たす  $L_A$  と  $L_C$  が  $L_A^*$ 、 $L_C^*$  となる。

以上より、社会的に最適な余暇  $l$  を  $l^*$  とすると、社会的に最適な労働配分は  $\bar{L} = L_A + L_C + l$  であることから、

$$\begin{cases} L_A = L_A^* \\ L_C = L_C^* \\ l = l^* = \bar{L} - L_A^* - L_C^* \end{cases} \quad \text{—————(2-9)}$$

となる。これより、社会全体で考えた場合、最適な労働配分は、農業生産労働、土壌保全労働、余暇の3つに分配され、土壌保全労働  $L_C$  は正になることが示された。

#### 4-3 : 労働配分の比較

ここでは、4-1で求めた農家個人における最適な労働配分と4-2で求めた社会的に最適な労働配分とを比較し、大小関係を示していく。まず、農家個人での最適な土壌保全労働  $L_C^M$  と社会的に最適な土壌保全労働  $L_C^*$  の比較について、(1-11)より、 $L_C^M = 0$  なので、

$$L_C^M (= 0) < L_C^* \quad \text{—————(3-1)}$$

が成り立つのは明らかである。

次に、農家個人での最適な農業生産労働  $L_A^M$  と社会的に最適な農業生産労働  $L_A^*$  の比較について、 $L_A^M > L_A^*$  であることを背理法によって証明していく。 $L_A^M \leq L_A^*$  と仮定する。このとき、 $u'$  と  $f'$  は共に  $L_A$  に関する減少関数なので、 $L_A^M \leq L_A^*$  が成り立つならば、

$$u'(f(L_A^M))f'(L_A^M) \geq u'(f(L_A^*))f'(L_A^*) \quad \text{—————(3-2)}$$

が成立する。また、農家個人の最適な余暇  $l^M$  と社会的に最適な余暇  $l^*$  について、(1-11)と(2-9)より、

$$\begin{cases} l^M = \bar{L} - L_A^M \\ l^* = \bar{L} - L_A^* - L_C^* \end{cases} \quad \text{—————(3-3)}$$

となり、 $L_A^M \leq L_A^*$  の仮定の下、 $L_C^* > 0$  と(3-3)より、

$$l^M > l^* \quad \text{—————(3-4)}$$

が成り立つ。そして、 $G'(l)$  は  $l$  に関する減少関数なので、(3-4)が成り立つならば、

$$G'(l^M) < G'(l^*) \quad \text{—————(3-5)}$$

となる。

また、農業生産労働  $L_A$  に関する農家の利潤と社会的厚生を最大化条件について、(1-10)式と(2-7)式より、

$$\frac{\partial \pi}{\partial L_A} = P^M f'(L_A^M) - G'(l^M) = 0 \Leftrightarrow P^M f'(L_A^M) = G'(l^M) \quad \text{—————(3-6)}$$

$$\frac{\partial SW}{\partial L_A} = u'(f(L_A^*))f'(L_A^*) - G'(l^*) = 0 \Leftrightarrow u'(f(L_A^*))f'(L_A^*) = G'(l^*)$$

$$\text{—————(3-7)}$$

また、消費者の効用  $U$  について、消費者の需要関数は  $U$  の生産関数  $Y$  に関する最大化条件から求めることができるので、

$$u'(f(L_A^M)) = P^M \quad \text{—————(3-8)}$$

が成り立つ。 $P^M$  は作物のマーケット価格とする。ゆえに、(3-6)式と(3-8)式より、 $P^M$  を  $u'(f(L_A^M))$  で表すことができるので

$$u'(f(L_A^M))f'(L_A^M) - G'(l^M) = 0 \Leftrightarrow u'(f(L_A^M))f'(L_A^M) = G'(l^M)$$

$$\text{—————(3-9)}$$

となる。したがって、(3-2)式と(3-5)式が成り立つことは農業生産労働  $L_A$  に関する農家の利潤と社会的厚生それぞれの最大化条件によって求められる(3-7)式と(3-9)式に矛盾する。よって、

$$L_A^M > L_A^* \quad \text{—————(3-10)}$$

が成り立つことが示された。また、(3-10)が成り立ち、 $u'$  と  $f'$  は共に  $L_A$  に関する減少関数であることから、

$$u'(f(L_A^M))f'(L_A^M) < u'(f(L_A^*))f'(L_A^*) \quad \text{—————(3-11)}$$

となることが分かる。この(3-11)と(3-7)式、(3-9)式より、

$$G'(l^M) < G'(l^*) \quad \therefore l^M > l^* \quad (\because G'(l) \text{ は } l \text{ に関する減少関数}) \quad \text{—————(3-12)}$$

となり、農家個人の最適な余暇  $l^M$  と社会的に最適な余暇  $l^*$  についての大小関係が示された。

以上(3-1)、(3-10)、(3-12)より、農家個人における最適な労働配分と社会的に最適な労働配分の大小関係はそれぞれ、

$$\begin{cases} L_A^M > L_A^* \\ L_C^M (= 0) < L_C^* \\ l^M > l^* \end{cases} \quad \text{--- (3-13)}$$

となることが示された。すなわち、社会的最適な労働配分では、農業生産労働と余暇に充てていた分の労働の一部を土壌保全のための労働に費やすことがわかる。

#### 4-4：土壌保全推進に向けた政策の分析

ここでは、5-3の(3-13)式で示された労働配分の大小関係に対して、農家が社会的最適な労働配分を達成するための政策として補助金と価格プレミアムの2点を挙げ、理論的分析を行っていく。補助金は農家に土壌保全労働の投入量に応じて与え、価格プレミアムは土壌保全労働を投入した農作物にその投入量に応じて付けるものとする。その上でモデルケースである埼玉県深谷市に対してそれら2つの政策を当てはめた場合について考察していく。

##### 4-4-1：補助金に関する分析

ここでは、農家個人に土壌保全労働に応じた補助金を与えた場合に補助金をどのように設定すればよいかということについてモデル分析を通して考察していく。

農家の土壌保全労働  $L_C$  一単位当たり  $\alpha$  の補助金を与えるとすると、農家の利潤  $\pi$  は

$$\pi = Pf(L_A) + G(l) + \alpha L_C \quad \text{--- (4-1)}$$

と表される。このときの農家の利潤  $\pi$  の土壌保全労働  $L_C$  に関する最大化条件は(4-1)式より、

$$\frac{\partial \pi}{\partial L_C} = -G'(l) + \alpha = 0 \quad \text{--- (4-2)}$$

となる。ここで、社会的に最適な土壌保全労働  $L_C$  に関する条件式は(2-8)式より、

$$\frac{\partial SW}{\partial L_C} = \varphi D' - G'(l) = 0 \quad \text{--- (4-3)}$$

となる。農家個人最適な土壌保全労働が社会全体での最適な土壌保全労働と等

しくなるためにはそれぞれの土壌保全労働  $L_C$  に関する最大化条件(4-2)式と(4-3)式が一致すればよい。よって、 $\alpha$  に関して

$$\alpha = \varphi D' \text{ —————(4-4)}$$

が成り立つ。(4-4)式の右辺は砂ぼこりによる限界被害を表すので、(4-4)式より、農家に土壌保全労働に応じた補助金を与える場合、土壌保全労働  $L_C$  一単位当たりの補助金を砂ぼこりによる限界被害に一致させる形で設定すれば良いことが分かる。そして、このことはピグー補助金の考え方に整合的である。

#### 4-4-2 : 価格プレミアムに関する分析

ここでは、土壌保全労働を投入して生産された農作物に付加価値をつける場合において、価格プレミアムがどのように決定されるかをモデル分析を通して考察していく。

農作物一単位当たりの価格  $P$  に  $\beta$  だけの価格プレミアムを上乗せすると、農家の利潤  $\pi$  は

$$\pi = (P + \beta)f(L_A) + G(l) \text{ —————(4-5)}$$

と表される。そして、価格プレミアム  $\beta$  を土壌保全労働  $L_C$  一単位当たり  $\gamma$  とすると、

$$\beta = \gamma L_C \text{ —————(4-6)}$$

となる。よって、(4-5)式と(4-6)式より、農家の利潤  $\pi$  は

$$\pi = (P + \gamma L_C)f(L_A) + G(l) \text{ —————(4-7)}$$

と表現することができる。このときの農家の利潤  $\pi$  の土壌保全労働  $L_C$  に関する最大化条件は(4-7)式より、

$$\frac{\partial \pi}{\partial L_C} = \gamma f(L_A) - G'(l) = 0 \text{ —————(4-8)}$$

となる。これを(1)と同様に社会的に最適な土壌保全労働  $L_C$  に関する条件に一致させるためには(4-3)式と(4-8)式より、

$$\gamma f = \varphi D' \quad \therefore \gamma = \frac{\varphi D'}{f} \text{ —————(4-9)}$$

となる。(4-9)の右辺は最適なもとでの生産量一単位当たりの限界被害を表している。また、農作物一単位当たりの価格  $P$  に  $\gamma L_C$  の価格プレミアムを上乗せした場合に農業生産労働  $L_A$  に対する最適な配分が実現されるかどうかを確かめ

る。農家の利潤  $\pi$  の農業生産労働  $L_A$  に関する最大化条件は(4-7)式より、

$$\frac{\partial \pi}{\partial L_A} = (P + \gamma L_C) f' - G'(l) = 0 \quad \text{—————(4-10)}$$

となる。ここで、社会的に最適な農業生産労働  $L_A$  に関する条件は(2-9)式より、

$$\frac{\partial SW}{\partial L_A} = u' \cdot f' - G'(l) = 0 \quad \text{—————(4-11)}$$

である。さらに、消費者の効用  $U$  について、農作物一単位当たりの価格  $P$  に  $\gamma L_C$  の価格プレミアムが上乘せされた場合の消費者の効用  $U$  は

$$U = u(Y) - D(z) - (P + \gamma L_C) Y \quad \text{—————(4-12)}$$

となる。この時の消費者の需要関数は(4-12)式の生産量  $Y$  に関する最大化条件によって求められるので、

$$\frac{\partial U}{\partial Y} = 0 \Leftrightarrow u' - (P + \gamma L_C) = 0 \quad \therefore u' = P + \gamma L_C \quad \text{—————(4-13)}$$

が成り立つ。よって、(4-10)式と(4-13)式より、農家個人の最適な農業生産労働  $L_A$  に関する条件は

$$\frac{\partial \pi}{\partial L_A} = u' \cdot f' - G'(l) = 0 \quad \text{—————(4-14)}$$

となり、これは(4-11)より、社会的に最適な農業生産労働  $L_A$  に関する条件に一致する。したがって、農作物一単位当たりの価格  $P$  に価格プレミアム  $\gamma L_C$  を上乘せした場合に農業生産労働  $L_A$  に対する社会的最適配分が実現されることが示された。

以上から、農作物の価格  $P$  に付加価値を付ける場合、農家が土壌保全労働に対して社会的最適を実現させるためには価格プレミアムが土壌保全労働一単位当たりの価格に対して生産量一単位当たりの限界被害に一致すれば良いことが分かった。

#### 4-4-3 : モデルケースにおける考察

ここでは、上記の補助金と価格プレミアムの2つの政策をモデルケースである埼玉県深谷市に当てはめた場合について論じていく。

まず補助金についての考察を行う。深谷市では砂ぼこり対策事業の1つとして緑肥播種事業を行っている。これは土壌飛散防止の効果がある緑肥作物の播

き付けによって飛散防止と快適な地域環境の創出を推進することを目的としており、その一環として平成13年度から希望者に対して緑肥作物の種子を無償配布している\*9。しかし、緑肥作物が土壌流出抑制の効果を発揮する高さに成長するためには、季節風の発生時期を考慮すると、10月中には種子を播かなければならない\*10。ところが、10月中には深谷市の多くの農家が作物を栽培している状況であり、特にネギを栽培している農家では収穫を終えるのが1月になってしまうところもある\*11。このように各農家で作付け体系が全く異なるという状況にあるため、緑肥栽培があまり普及していないという現状がある。また、深谷市では緑肥作物栽培に対しては種子の無償配布という形で支援をしているが、それ以外の防風ネットやスプリンクラーの設置等の土壌飛散対策に対しては啓発普及に留まっており、それらの対策を行う場合、費用は全て農家の負担になってしまう。したがって、何かしらの支援を受けて土壌保全労働を行おうとした場合、選択肢が緑肥作物の栽培に限られてしまうのである。これらのことを踏まえて、深谷市に対する土壌保全補助金の適用を考察すると、緑肥栽培だけでなくその他の対策を行うことも補助金支給の対象に含めることが有効的であると考えられる。実際に、農家の中には緑肥栽培以外で土壌流出の対策を行っている者もいる。例えば、ブロッコリー農家の中にはブロッコリーを収穫した後に残る根をそのまま放置することで冬の間畑の土を覆う状態にして砂ぼこりを舞い上げないように対策を施している人もいる。一方で、ブロッコリーの根のような収穫物の残渣が畑に残っていると、春野菜の準備による耕起作業の手間やコストが増えてしまうという側面もあり、全ての農家がこうした対策を行っているわけではない\*12。こうした収穫物残渣を利用した対策など緑肥栽培以外の土壌保全対策も対象にした土壌保全補助金を実施することによって、農家は土壌保全対策の選択肢が広がり、より自分の農業経営に合った対策を実行することができ、土壌保全対策を実行するインセンティブが生じると考えられる。しかし、補助金を実施する場合、その財源の確保という問題が出てくる。深谷市

---

\*9 深谷市役所提供資料による。

\*10 深谷市役所提供資料による。

\*11 生産農家へのインタビューによる。

\*12 生産農家へのインタビューによる。

では平成 27 年度から予算の関係で緑肥作物種子の無償配布を行っていない<sup>\*13</sup>。こうした背景を考慮すると、実際に土壤保全補助金を行う場合には財源の面で困難が生じてくると考えられる。

次に、価格プレミアムについての考察を行う。深谷市は全国でも有数の農業生産地であり、特にねぎの生産は有名で「深谷ねぎ」という名でブランド化されている。深谷ねぎの発祥は現・深谷市北部の新戒、成塚などの地区であり、本来の意味での深谷ねぎはそれらの地区で栽培されたねぎのことを指すのである。ところが、現在では深谷市南部や隣接する熊谷市、本庄市の一部でも深谷ねぎとしてねぎの栽培が行われており、これらの地域で栽培されたねぎも全て深谷ねぎというブランドが付いた状態で売られるのである（福益, 2016）。実際、砂ぼこりが発生している深谷市中央地域は元々深谷市とは別の市町村であったのだが、2006 年に深谷市と合併したことをきっかけに従来行われていた大根の栽培からブランド価値が付くという理由でねぎの栽培にシフトした経緯がある<sup>\*14</sup>。こうした深谷ねぎブランド使用拡大の現状を受けて、深谷ねぎ発祥の地の 1 つである新戒地区では新たに「深谷ねぎ」発祥地を強調した「新戒ねぎ」のブランド化を進められている（福益, 2016）。このような背景を考慮すると深谷市の農家の方々は作物ブランドに対して非常に敏感であると考えられる。もし、「新戒ねぎ」のブランド化が進行すれば、同じ深谷市の中央地域で栽培されているねぎのブランド価値は相対的に低下すると考えられる。それに加えて同地域ではネギ栽培において近年、黒腐病という病気が発生してしまっていることから現在ではネギ栽培農地は縮小し、症状が出ないブロッコリーの栽培が主となっているため<sup>\*15</sup>、農家の方々にとってはさらなる痛手になるのではないかとと思われる。したがって、土壤保全労働を投入した農法で栽培された作物に「土壤保全農法作物」というブランドとして価格プレミアムをつけるのは有効的な政策であると考えられる。また、深谷市の砂ぼこり問題は、畑の土壤が細かく・軽いという性質を持つことから発生する深谷市中央地域特有の現象であるため、その問題をシンボライズして「砂ぼこり抑制作物」というブランドで売り出す

---

\*13 深谷市役所提供資料による。

\*14 生産農家へのインタビューによる。

\*15 生産農家へのインタビューによる。

ことも有効的な手段であると考え。さらに、「土壌保全農法作物」というブランドならば、ネギに限らず、砂ぼこり発生地域である深谷市中央地域で主に栽培されているブロッコリーなどの他の農作物にも適用することができるので、農家の方々は自分の栽培した作物にブランド価値をつけるために土壌保全労働を投入しようとするインセンティブが働くのではないかと考えられる。しかし、実際に価格プレミアムの政策を行う場合、砂ぼこり抑制という環境的側面のみで付加価値がつくのかという疑問も残る。通常、環境認証のようなグリーン財に対する価格プレミアムは環境的側面に加えて有機農法のように健康面での効果も考慮されてつけられる（大沼, 2014）。深谷市で行われている収穫物残渣を利用した対策や緑肥作物栽培などの土壌保全労働はある一定期間継続して行うことで初めて作物の品質や収量に影響をもたらす（小松崎, 2004）。ところが、今回の分析では静的分析を行っているので、短期の農業生産でこのような作物に対する効果は現れない。ゆえに、環境的側面のみで実際に価格プレミアムがつくかどうかは疑問が残る。しかし、砂ぼこり問題に直面している消費者にとっては、このような砂ぼこりを抑制する農作物を購入する動機は存在するため、今回考察した「土壌保全作物」や「砂ぼこり抑制作物」などのブランドに対する需要はあると考え。

#### 4-5：結論

以上のモデル分析により、農家個人が利潤最大化行動をとる場合に土壌保全労働は 0 となるのに対して、農家と消費者を含めた社会的最適な労働配分では農業生産労働と余暇に充てていた分の労働の一部を土壌保全のための労働に費やすことが示された。そして、農家が社会的最適な労働配分を実現させるための政策として補助金と価格プレミアムの 2 点を挙げ、分析を行った。その結果、補助金の場合、ピグー税のように土壌保全労働一単位当たりの補助金を砂ぼこりによる限界被害に一致させる形で設定すれば良いことが分かり、価格プレミアムの場合は土壌保全労働一単位当たりの価格を生産量一単位当たりの限界被害に一致させる形で作物価格に付加価値を付けるのが最適であることが明らかになった。さらに、これら 2 つの政策をモデルケースである埼玉県深谷市に当てはめた場合を考察すると、補助金の場合には深谷市の財政を考慮すると

財源の点で実施が困難になる可能性があるが、農家の方々は自身の農業経営に合わせた土壌保全対策の実行につながるという結論に至った。また、価格プレミアムの場合は環境的側面のみでプレミアムが付くのかという疑問も残るが、現在の「深谷ねぎ」ブランドをめぐる現状と深谷市における農家の方々のブランドに対する姿勢を考慮すると、土壌保全労働を投入した農法で栽培された作物に「土壌保全作物」や「砂ぼこり抑制作物」というブランドを付けることが土壌保全労働投入のインセンティブにつながるという考えに至った。

## 第5章：おわりに

本論文では、農業生産における土壌侵食問題について取り扱い、農家が土壌保全労働を投入するための対策として補助金と価格プレミアムの2点に関して埼玉県深谷市をモデルケースにして理論的分析を行った。まず補助金に関しては、ピグー税と同じように土壌保全労働1単位当たりにより土壌流出による限界被害と等しい額の補助金を与えることで農家は社会的最適な土壌保全労働を投入することが分析を通して分かった。次に、価格プレミアムに関しては、作物価格に土壌保全労働1単位当たり、生産量1単位当たりの砂ぼこりによる限界被害と等しい金額を足すことによって社会的最適な労働配分と同じ土壌保全労働が投入されることが示された。そして、これら2つの政策を深谷市に適用させた場合を考察すると、補助金の場合は農家それぞれの農業経営にマッチした土壌保全対策の実施につながるという考えに至り、価格プレミアムに関しては、「土壌保全作物」や「砂ぼこり抑制作物」というブランドを確立することで農家の土壌保全労働投入のインセンティブにつながるという結論に至った。

しかし、本論文では、時間経過による農家の土壌保全労働の配分に関する点を考慮に入れていなかった。深谷市では短期的収益を重視する農家が多いということから静学的分析を行ってきた。ところが、緑肥作物栽培などの土壌保全労働は長期間継続して行うことによって初めて病虫害発生防止や保肥力増加などの効果が表れ、農業生産性上昇につながっていく。そのため、こうした生産性上昇も考慮した農家の長期的な農業生産を分析するためには時間経過を配慮した動学的分析を行う必要があったのだが、本論文ではそれを行っていない。長期的視点での農家の最適な土壌保全労働の配分に関する議論を今後の課題とする。

## 謝辞

本論文執筆にあたって、深谷市農業振興課の横山さん、元埼玉県農林部の石塚さん始め深谷市内に住んでいらっしゃるたくさんの方々にお世話になりました。

この場をお借りして深くお礼申し上げます。ありがとうございました。

## 参考文献

- 久馬一剛 (2005) 『土とは何だろうか?』 京都大学学術出版会。
- 長谷川周一 (2013) 『土と農地—土が持つ様々な機能』 養賢堂。
- 西尾道徳 (2005) 『農業と環境汚染—日本と世界の土壌環境政策と技術』 農山漁村文化協会。
- 日本土壌肥料学会 (2014) 『土壌の観察・実験テキスト—自然観察の森の土壌断面集つき』。
- 日本土壌肥料学会 (2015) 『世界の土壌・日本の土壌は今—地球環境・異常気象・食糧問題から土をみると』。
- 大沼あゆみ (2014) 『生物多様性保全の経済学』 有斐閣。
- 農林水産省農村振興局整備部 (2006) 「農業農村開発協力の展開方向」  
[http://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/nousin/seibi/7/pdf/ref\\_data2.pdf](http://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/nousin/seibi/7/pdf/ref_data2.pdf).
- 農林水産省生産局環境保全型農業対策室 (2007) 「農地土壌が有する多様な公益的機能と土壌管理のあり方 (1)」  
[http://www.maff.go.jp/j/study/kankyo\\_hozen/04/pdf/data2.pdf](http://www.maff.go.jp/j/study/kankyo_hozen/04/pdf/data2.pdf).
- JA とうかつ中央 (2015) 「緑肥の効果」『あぐり情報』 平成 27 年 6 月号  
<http://www.ja-toukatsuchuou.or.jp/agri/2706IMG.pdf>.
- 深谷市農業委員会 (2015) 「農委だより」 2015 年 9 月 No20  
<http://www.city.fukaya.saitama.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/52/NOUI20.pdf>.
- 深谷市 HP 〈<http://www.city.fukaya.saitama.jp/>〉 (最終アクセス日 2016 年 1 月 10 日)。
- 吾郷 秀雄 (2008) 「世界のパンカゴ・南米の激しい土壌侵食とアンデス天空の高地における砂漠化防止対策の取り組み」  
〈[http://seneca21st.eco.coocan.jp/working/agou/29\\_01.html](http://seneca21st.eco.coocan.jp/working/agou/29_01.html)〉 (最終アクセス日 2016 年 1 月 10 日)。
- 農業環境技術研究所 (2010) 「土壌侵食：土がなくなっていく(常陽新聞連載「ふしぎを追って」)」  
〈<http://www.niaes.affrc.go.jp/magazine/118/mgzn11809.html>〉 (最終アクセス日 2016 年 1 月 10 日)。

- 福益博子 (2016) 「彩の食材—「深谷ねぎ」もっと有名に」、『読売新聞』2016年1月6日付朝刊、12(35)。
- 大倉利明 (2010) 「世界の土壌劣化」『地球環境』第15巻 第1号 3-7。
- 松本聰 (2010) 「土壌の機能」『地球環境』第15巻 第1号 9-14。
- 小松崎将一 (2004) 「畑作でのカバークロープ」『農作業研究』第39巻 第3号 157-163。
- Kenneth E. McConnell. (1983) “An Economic Model of Soil Conservation,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 65, No. 1, pp. 83-89.
- Oscar R. Burt .(1981) “Farm Level Economic of Soil Conservation in the Palouse Area of the Northwest,” *American Agricultural Economics Assosiation* .

あとがき

今回、農業における土壌侵食問題を取り上げたのは、私の地元である埼玉県熊谷市に隣接する深谷市で大規模な砂ぼこりが発生しているということを知ったのがきっかけである。始めは砂ぼこり単体の問題として取り組んだが、調べていくうちに自分が想像していた以上にこうした土壌侵食問題が農家の方々の生産活動に大きな影響を及ぼし、その対策には実に様々な要因が関係してくるのだということが明らかになった。また、こうした土壌問題は日本に限らず世界中で発生し、深刻な影響をもたらしている問題であることも調べていくうちに分かった。自分が思っていた以上に大きな問題を題材にしていることに気づき、はじめのうちはなかなか研究が進まなかった。しかし、深谷市農業振興課の横山さんや元埼玉県農林部の石塚さん始め深谷市内の農家の方々が、一学生でしかない私に対して情報を提供して頂いたり、質問に対して懇切丁寧に答えてくださったおかげで何とか卒業論文の形を整えることができた。さらに、モデル分析においては、大沼先生のご指導の下、経済学部で学習したミクロ経済学の知識に加えて数学の教職課程を通して身に着けた知識を活用させ、試行錯誤を繰り返していくうちに無事に今回のような分析結果に至ることができた。

最後に、ゼミで2年間私を教え導いてくださった大沼先生、2年間ともに勉強したゼミの皆さん、本当にありがとうございました。

2016年1月