

中国の砂漠化対策  
「退耕還林」の  
樹木選定の割合について

石川絵梨奈

田中遼生

牧野宏太郎

横尾愛羽

# 目次

序章

第一章 中国と世界の砂漠化の現状

第一節 世界の砂漠化の現状

第二節 砂漠と砂漠化の違い

第三節 中国の砂漠化の現状

第二章 中国の砂漠化対策の必要性

第一節 一般的な砂漠化の問題

第二節 黄砂

第三節 北京への接近

第三章 退耕還林

第一節 退耕還林とは

第二節 背景

第三節 実施地域

第四節 効果と費用

第四章 退耕還林の問題

第一節 食糧安全保障のための農地確保

第二節 樹木選定の問題

第三節 退耕還林の再開にむけて

第五章 モデル分析

第六章 対策とシミュレーション

第七章 結論

終章

参考文献

## 序章

砂漠化は世界規模の環境問題であり、環境面、経済面、健康面など様々な形で被害を及ぼしている。その中でも中国の砂漠化問題は深刻である。急速な経済発展と共に増大した中国の経済活動は環境負荷を激増し、砂漠を拡大させた。その拡大された砂漠が首都である北京に接近しており、中国の経済活動、そして国民の生活に危機を招いている。

もちろん中国政府もその危機を察知しており、約 1.7 兆円という莫大な予算を使い「退耕還林」という大規模な政策を行なった。この政策で一定の効果は得たものの、樹木選定における農家の不満や耕地面積の減少などの問題が浮き彫りになったため、政策は 10 年の施工の後に一時停止の運びとなった。

しかし、中国の砂漠化は現在も進行しており政策の継続が必要である。本論では「退耕還林」の再開に向けて、農家の不満の原因である樹木選定の割合の改善方法を提言する。

# 第一章 中国と世界の砂漠化の現状

## 第一節 世界の砂漠化の現状

砂漠化問題は世界規模で影響を及ぼしている環境問題である。図1「世界の砂漠化地図」より、砂漠化がいかに関世界中に広がっているかがわかる。現在、地球上にある陸地の約25%である3600万平方キロメートルが砂漠化の影響を受けており、仮にこの3600万平方キロメートルの面積全てが砂漠化すると、砂漠の占める面積は現在の約3倍になると言われている。1国連の調査によると、毎年約6万平方キロメートルもの大きさで砂漠化が進行しており、砂漠化を防止するための対策が急がれている。2009年10月6日、アルゼンチンで開催されている国連砂漠化対処条約（UNCCD）の第9回締約国会議で、ルック・ニャカジャ事務局長は「各国がこのまま積極的な砂漠化防止対策を採らなければ、2025年までに地球上の約70%の土地が干上がってしまう」2と警告した。国連大学の研究チームは、「世界で1億～2億人が砂漠化の影響を受けており、毎年の経済損失は650億ドル（6兆9000億円）に達する。このままいくと、10年後には世界人口の3分の1に当たる20億人が影響を受け、5000万人が居住地を失う」3と警告しており、いかに砂漠化問題が深刻かわかる。

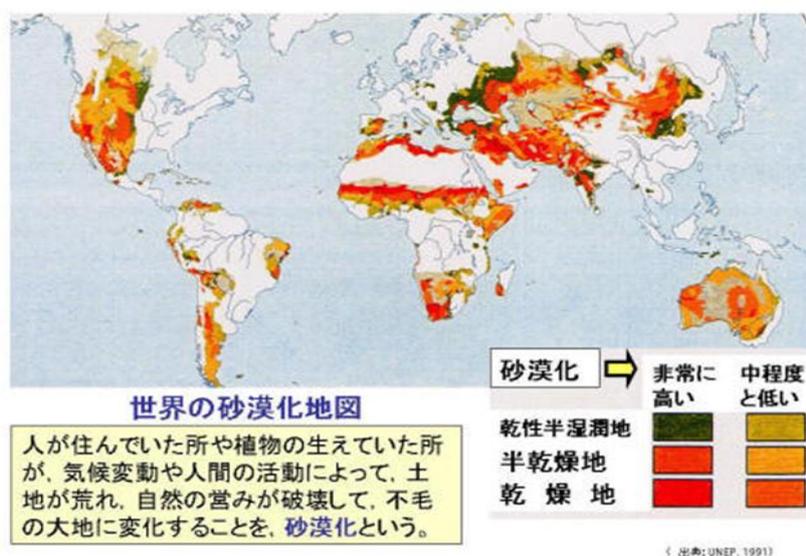


図1 世界の砂漠化地図4

1 <http://www.gwarming.com/link/link2/desert.html>

2 <http://www.unccd.int/>

3 [http://www.yomiuri.co.jp/eco/summit08/ec\\_su20080708.htm](http://www.yomiuri.co.jp/eco/summit08/ec_su20080708.htm)

4 [http://www.geocities.jp/soil\\_water\\_mitchy11/DesertCause.htm](http://www.geocities.jp/soil_water_mitchy11/DesertCause.htm)

## 第二節 砂漠と砂漠化の違い

このように世界規模で問題となっている砂漠化だが、まず初めに砂漠と砂漠化の定義の違いについて触れる。砂漠には様々な定義があるが、USGS(U.S Geological Survey)によると「一年以上降雨がなく、年間降水量が 250 ミリメートル以下の地域」<sup>5</sup>と定義されている。一方砂漠化の定義だが、中国砂漠化研究プロジェクトによると「乾燥、半乾燥および乾燥性半湿潤地域における様々な要因（気候変動および人間の活動を含む）に起因する土地の劣化」とされている。<sup>6</sup>ここでいう土地の劣化とは、生物生産力および経済的な生産性の減少であり、本来は農業生産に利用できるような土地が生産力を失って劣化していく現象が砂漠化である。つまり砂漠の定義が完全に気候に依存しているのに対して、砂漠化の定義には気候のみならず人為的な要因が絡んでいる。ここでいう人為的な要因には主に過剰な放牧、伐採、耕作、灌漑などの資源の過剰利用が挙げられる。乾燥地研究センターが発表した表 1「乾燥地における人為的要因別土壌の劣化面積」は各地域の砂漠地の面積を原因別に示しているが、その原因は地域によって特徴がある。アジアでは樹木過伐採の割合が他地域と比べて大幅に大きいという特徴がある。砂漠化の割合を大陸別で見ると、アジア、アフリカが 66%を占めており、ヨーロッパはわずか 2.6%にとどまっている。アジア、アフリカの一次産業に頼らざるをえない発展途上国で自然資源の過剰な利用が起きており、その結果砂漠化が進んだと考えられる。

地域	乾燥地面積	うち土壌の劣化面積					小計
		過放牧	樹木過伐採	過開墾	不適切な土壌・水管理	その他	
アフリカ	1286.0	184.6	18.6	54.0	62.2	0.0	319.4
アジア	1671.8	118.8	111.5	42.3	96.7	1.0	370.3
オーストラリア	663.3	78.5	4.2	0.0	4.8	0.0	87.5
ヨーロッパ	299.6	41.3	38.9	0.0	18.3	0.9	99.4
北米	732.4	27.7	4.3	6.1	41.4	0.0	79.5
南米	516.0	26.2	32.2	9.1	11.6	0.0	79.1
<b>計</b>	<b>5169.1</b>	<b>477.1</b>	<b>209.7</b>	<b>111.5</b>	<b>235.0</b>	<b>1.9</b>	<b>1035.2</b>

表 1 乾燥地における人為的要因別土壌の劣化面積（極乾燥地域は除く）（単位：10<sup>6</sup>ha）  
出典）鳥取大学乾燥地研究センター<sup>7</sup>

<sup>5</sup> <http://pubs.usgs.gov/gip/deserts/what/>

<sup>6</sup> 日本砂漠学会、「砂漠の事典」、2011

<sup>7</sup> <http://www.alrc.tottori-u.ac.jp/japanese/desert/genin.html>

砂漠化地域の大陸別内訳 (91年国連環境計画による)	
地域名(大陸別)	砂漠化地域の割合
アジア	36.8%
アフリカ	29.4%
北アメリカ	12.0%
オーストラリア	10.6%
南アメリカ	8.6%
ヨーロッパ	2.6%

表 2 砂漠化地域の大陸別内訳  
出典)環境情報普及センター<sup>8</sup>

### 第三節 中国の砂漠化の現状

次に今回の研究のテーマである中国の砂漠化の現状について触れる。中国には現在 174.3 万平方キロメートルの土地が砂漠化しており、全国土地面積の 18.2%を占めている。砂漠化は現在も進行しており、毎年 2460 平方キロメートルが砂漠化しているといわれている。1950 年～70 年代は、年 1560 平方キロメートルの速度で、1970～80 年代は年 2100 平方キロメートルの速度で砂漠化が進行していたので、砂漠化の速度は年々増加傾向にある。UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification) によると砂漠化傾向にある土地が全国土の 34.6%を占める 331.7 万平方キロメートルもあると指摘されており、中国の砂漠化がまだ拡大される可能性が高いことを示す。<sup>9</sup>また、砂漠化による経済的な損失は毎年 540 億元<sup>10</sup>にのぼるという調査もあり、環境だけでなく経済的な被害も生じている。中国の砂漠化対策事業の「中国の砂漠と砂漠化」と題する報告書によると、近年の生態破壊と環境汚染がもたらした経済損失は中国の GDP の約 14%に相当すると言われており、約 4700 億元 (5 兆 6400 億円) とされている。このように中国に環境、経済の両面から深刻な被害を与えている砂漠化に対する対策が早急に必要とされている。

図の地図は中国の砂漠化の進行を表したものである砂漠化は北西に集中しているが、近年の砂漠化の進行により砂漠が都市に近づいているとされており、後述するが北京での砂

<sup>8</sup> [http://www.env.go.jp/press/file\\_view.php?serial=986&hou\\_id=1468](http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=986&hou_id=1468)

<sup>9</sup> <http://www.unccd.int/cop/reports/asia/national/2006/china-eng.pdf>

<sup>10</sup> 慶應義塾大学産業研究所、「アジアの経済発展と環境保全」、2002

漠化被害も深刻化している。

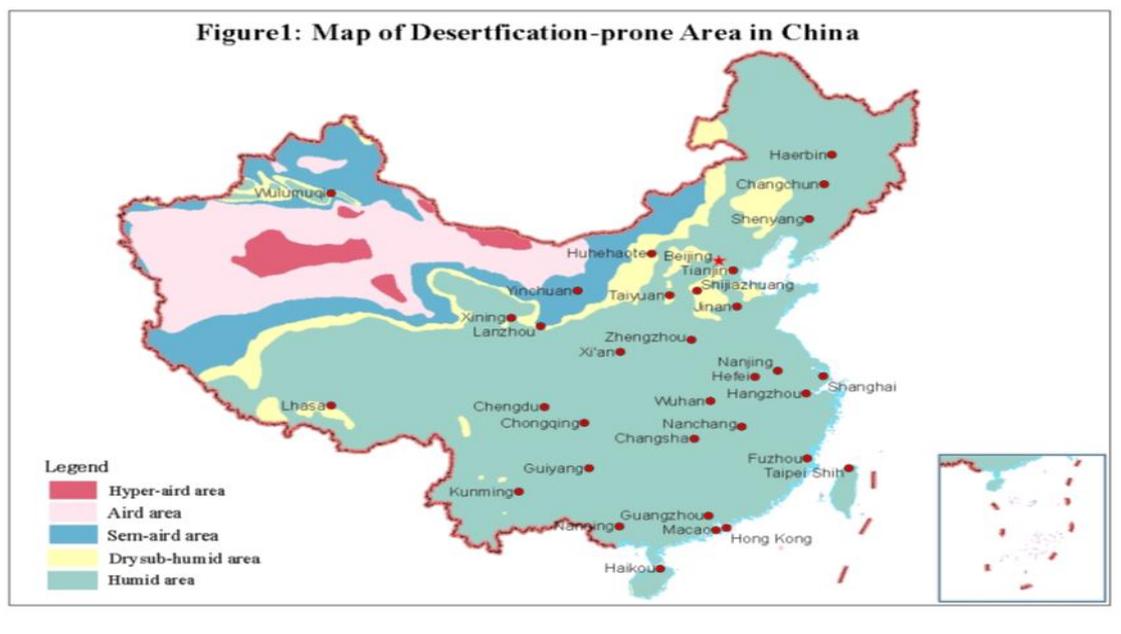


図 2 中国内での砂漠化を受けやすい地域<sup>11</sup>

先ほど挙げた人為的な砂漠化の要因だが、表 3 は中国国内に限る砂漠化の要因を示す。原因の 85% 近くが過剰な資源利用によるものであり、中国国内の急速な人口の増加に伴う経済活動や食糧需要が増えたことが砂漠化に拍車をかけたと考えられる。今回の分析のメインテーマである「退耕還林」は 56% を占める過伐採と過剰耕作に対する対策として行われている。

原因	
過伐採	32.4%
過放牧	29.4%
過剰耕作	23.3%
水利用の失敗	8.6%
砂丘の移動	5.5%

表 3 中国の砂漠化の原因<sup>12</sup>

<sup>11</sup> <http://www.unccd.int/>

<sup>12</sup> <http://www.ryokukaclub.com/kisotisiki/kisotisiki2.htm>

## 第二章 中国の砂漠化対策の必要性

### 第一節 一般的な砂漠化の問題

砂漠化問題を扱うにあたって砂漠化によって生じる問題を整理する。砂漠化の問題点は大きく分けて三つあり、利用可能土地の減少、植生・生態の破壊、砂塵被害に分類できる。利用可能土地の減少に関しては主に農牧業が影響を受けると考えられており、土地の養分が減ることによって農牧業の生産性が著しく低下してしまう。植生・生態の破壊は、土地の劣化に伴い植生が破壊され、その植生の減少によって生態も存在できなくなるといった過程で起きる問題である。砂塵被害は強風によって砂漠から巻き上げられた砂塵が広範囲に飛来することによって生じる。被害は健康面などの人への影響、交通や農業への経済的な影響、建造物への影響など様々である。

世界規模で解決に向けて対策が採られている砂漠化問題だが、中国の砂漠化問題は早急に対策が採られるべきである。この点に関しては中国に特徴的な理由が二つ挙げられる。一つ目が黄砂である。中国自体が黄砂によって莫大な被害を受けているだけでなく、越境問題という黄砂の特徴は国外にまで被害を拡大している。そして二つ目が北京に砂漠が接近しているということである。中国の急速な成長を支えている都市に砂漠化被害が及ぶことで、経済活動に大きな支障を与えることは避けられない。

### 第二節 黄砂

まず黄砂問題であるが、近年中国では黄砂は社会現象として捉えられており、とても深刻な問題だと考えられている。黄砂被害は環境的被害、経済的被害、健康被害の順に、より深刻な段階へと進むが、中国では経済的被害が膨大であり、次の健康被害が生じる段階まで深刻化している。1949年～2000年までの52年間のうち33年間で被害が報告されており、その中で人・家畜被害の最大のものは、1993年5月に発生したものがある。被害は以下のように記録されている。

「家屋の倒壊、鉄道の埋没、電柱の倒壊、電線の切断、耕地・果樹園の埋没などの被害があり、中国林業省の当時の調査によると、この砂塵嵐により85人が死亡、264人が負傷した。また、373000ヘクタールの農作物が被害を受け、120000頭の家畜が死亡・行方不明となった。更に、1000km以上の灌漑水路が埋没し、6021本の電柱が倒壊し、37本の貨物列車が運休あるいは遅延し、28000トンの工業用塩類が吹き飛ばされた。これらの直接被害額は約73億円と見積もられている。直接的被害に加え、多くの土地で10～30cmの表

土が失われ、土地の生産性が著しく衰退した。また、砂丘が 1～8m 移動し、農地や牧草地に侵入してきた。」<sup>13</sup>

1950 年から中国の砂塵嵐の発生回数は減少する傾向にあったが、2000 年以降は日数が急に増加し、その影響も損失額も明確に増加した。2000 年の春、華北地域では 8 回、強い砂塵暴現象が発生し、90 年代同期発生日数の約 3 倍になった。<sup>14</sup>このように中国国内では砂漠化が進むにつれて黄砂の被害が拡大傾向にあり、早急な対策が必要とされる。

### 第三節 北京への接近

二つ目の北京で被害が増えているという点だが、中国の経済成長を担う中核の北京で砂漠化によって経済活動が阻害されているのは重要な問題である。被害が増える要因として砂漠が北京に近づいているという事実があり、フランスのリベラシオン紙の報道によると、一つの砂丘が北京からわずか 80 キロの距離に迫っており、大紀元という独立報道機関によると毎年 3.4 キロの速さで北京に迫っており、市街地の西約 70 キロにまで砂漠が迫っている。どちらにせよ砂漠化は北京から 100 キロ弱のところまで迫っている。

前述したように砂漠化には大きく分けて三つの被害があるが、その中でも現在北京は砂塵被害に面している。砂塵によって自動車、鉄道、車や航空機の運航に大きな障害が出ており、物流に大きな被害と混乱をもたらしている。とりわけ、航空網はこの現象には脆弱で、運航停止や延期される便が出るのは毎度のことである。グローバル化する物流のネットワークは、高速の物流を求めて航空機をますます使うようになってきており、黄砂に対する対策もますます必要になってくる。生産に関しても機械に砂が入り故障の恐れがあるため、室内に退避できない機械は操業を止めなくてはならない。このように生産、流通という中国経済の大事な部分の障害となってしまう。このまま砂漠の接近が続けば利用可能土地の減少にも拍車がかかると考えられる。一部では砂漠から離れるために都市を移転するという話が出たが、これは一時的な対策に過ぎず、やはり根本的な砂漠化の対策が必要である。

---

<sup>13</sup> 岩坂泰信、「黄砂：その謎を追う」、2006

<sup>14</sup> <http://www.env.go.jp/air/dss/report/02/index.html>

### 第三章 退耕還林

一章では中国では砂漠化問題が深刻化している現状について述べ、さらに次章ではその砂漠化により起こる問題について触れてきた。この砂漠化問題に対して中国国内では政策として「退耕還林」という事業が行われていた。ここではこの退耕還林についての説明、政策を行った結果、費用などを述べていく。

#### 第一節 退耕還林とは

退耕還林事業とは砂漠化の進行を止めるべく、開墾した農地を減らして植林をすることで開墾前の森林や草原に回復させようとする事業のことである。中国では、西北部など乾燥地帯での土壌流失が大きな問題となっており、中国政府は1999年から農業に適さない農地を森林に戻す退耕還林政策を実施してきた。また全面実施されたのは2003年からである。以下の写真は退耕還林によってどのように変化したのかを撮影したものである。(下写真)



写真:退耕還林前<sup>15</sup>



写真:退耕還林後<sup>16</sup>

退耕還林を行う上で、農民に耕地を提供してもらい代わりに、参加農家には補助金を支払う仕組みとなっており、その内訳は生活費、造林苗木代の補助をなっている。この事業の結果、10年間で2687万haの退耕還林や新規造林等が行われてきた。事業の結果については三節で詳しく述べることにする。

事業内容としては、傾斜度が25度以上など条件の悪い農地を森林に戻す「退耕地造林」、荒廃地に造林を行う「荒山荒地造林」、山への放牧・採草などでの立入りを禁止する「封山育林」となっている。また農家にとっては農地が減少するため、さまざまな補助が行われ

<sup>15</sup> <http://www.spc.jst.go.jp/experiences/kaihou/b080918.html>

<sup>16</sup> 上と同様

る。その内容は先ほど述べたように大きく分けて3種類であり、「食糧補助」、「生活費補助」、「造林の苗木代補助」である。「食品補助」は食物現物のまま支給されるものであり、長江流域・南方地域は退耕農地1ムー<sup>17</sup>当たり150kg、黄河流域・北方地域は1ムー当たり100kgとされている。金額に換算すると1kgは1.4元<sup>18</sup>となる。つまり約1ムー当たり約1700~2500円支給の計算となるといえる。次に「生活費補助」であるが、これはもともと現金支給であり、退耕農地1ムー当たり20元 また「造林の苗木代補助」は退耕地造林・荒山荒地造林に対して1ムー当たり50元支給されることとなっている。

また、退耕還林の仕組みについては退耕還林条例により定められているものであり、自然環境を優先(第4条)するものの、国土保全と農民の生活安定、また農村振興の同時達成を目的としている。第1条では条例の目的として、自然環境の改善、退耕還林の当事者となる農民である退耕還林者の合法的な利益の保護、農村産業の効率化を掲げている。第3条では、還林を実施する手段として、「封山緑化」と言って山を封鎖し、伐木を禁止し、緑化することを明らかにし、還林と表裏一体の関係となる退耕について、退耕還林者へ食糧の救済の保障、及び耕作に代替する森林管理を農民自らが個人で自発的に請負う、というシステムを約束している。退耕還林の当事者として農民を位置づけ、農民の自発性を基本とし、その責任と受益確保を明確にするとともに、最終的には農村全体の活性化につながることを中国政府は求めている。またこの政策は西部大開発への貢献につながることも求めている。西部大開発とは中国において東部沿海地区の経済発展から取り残された内陸西部地区を経済成長軌道に乗せるために2000年に中華人民共和国国務院が実施した開発政策を指す。開発と保護の両立をはかり、農村振興を確実にするために、農業の合理性が得られない地域については、生態移民と言って環境を考え、移住することを実施するという事も記されている。また、退耕還林は国家事業として行い、補助金も国が負担しているが、実際には、省、自治区、直轄市人民政府が責任を分担し、各レベルの計画を策定し、実績に応じて監査も行う。退耕還林に必要な技術の研究、普及及び退耕還林活動の教育、啓蒙の責任は国にあると定めている。退耕還林を実施すべき対象地域は第15条の条件を満たすことを定められている。それは「土壌流失が深刻な地域」、「砂漠化、アルカリ度の高い地域、砂漠化が深刻な地域」、「環境保護が必要で、食糧生産性が低い地域」また、さらに優先度の高い地域として、「急勾配の耕地、環境保全上、被害が著しい地域」と指定してされている。さらにこの計画策定にあたっては、対象となる農民の生計を考慮するとともに、国民経済と社会経済発展計画、農村経済計画、土地利用計画との整合をとることが前提となっている。

農家には退耕還林によって失われる収入を補填するために補助金や食料補助が与えられてきた。その支給方法は二回に渡り形を変えている。大きく変化しているのは現金補助額である。2002年の政策開始当初の制度では現金補助のみが行われ、全国均一の補助金額が

---

<sup>17</sup> 畝。1ムー=1/15 ha=約6.67a

<sup>18</sup> 1元=約12円

支給されていた。しかし 2004 年に政策の改善を行い、現金だけでなく食料や種苗の補助も行なった。この背景には備蓄していた食料が増えたことによる農作物の価格下落を防ぐ動きがあった。ここで注目したいのは食料補助が長江と黄河流域で違うということである。二つの流域の違いには後述する。そして 2007 年には政策の整備に関する通達が行われ、再び食料、種苗の補助が廃止された。これは備蓄されていた食料を十分に消費したからである。この三段階目で初めて流域によって現金補助に差をつけた。また、新たに自家用食料生産耕地補助が行われ、自給のための耕地には補助金を支給した。

項目	規定	「退耕還林事業現金補助に関する管理方法」 (2002 年)		「退耕還林政策措置の更なる改善に関する意見」 (2004 年)		「退耕還林政策の整備に関する通達」 (2007 年)	
	地域	長江流域	黄河流域	長江流域	黄河流域	長江流域	黄河流域
現金補助 / 亩		20 元	20 元	20 元	20 元	105 元	70 元
食糧補助 / 亩		—	—	150kg	100kg	—	—
種苗補助 / 亩		—	—	50 元	50 元	—	—
経済林補助期間		5 年	5 年	5 年	5 年	5 年	5 年
生態林補助期間		8 年	8 年	8 年	8 年	8 年	8 年
還草地補助期間		2 年	2 年	2 年	2 年	2 年	2 年
自家用食糧生産耕地補助 / 亩		—	—	—	—	600 元	400 元

表 4 3つの規定による現金・食糧補助等の金額(畝当り)・期間(長江流域・黄河流域) 19

このように政策の改善に伴い長江・黄河流域で補助金額に差をつけたのだが、この差は土地の生産性によってつけられたと考えられる。下の地図は流域ごとに色分けされたものだが、黄河流域はオレンジ、釣行流域は青く塗られている。第一章の中国の砂漠化地図と比較すると、北部の黄河流域は砂漠化の影響を受けており、南部の長江流域ではほぼ影響がないといえる。この砂漠化の影響により流域ごとで農業や林業の収穫に違いが出ていると考えられる。例に中国の地域ごとの穀物生産量を比較してみる。円グラフの大きさが生産量を表しているのだが、北西の砂漠化が深刻な地域は極めて小さく、一方で南東に行けば行くほど生産量は大きくなる。北部と南部の中央の円グラフの生産量を比較すると約 2 倍生産量に違いがある。このように長江流域に比べて黄河流域の方が土地の生産性が低いと結論づけられる。

19 劉昌明 陳志愷主 編 (2001)「中国水資源の現状」中国水利水電出版社

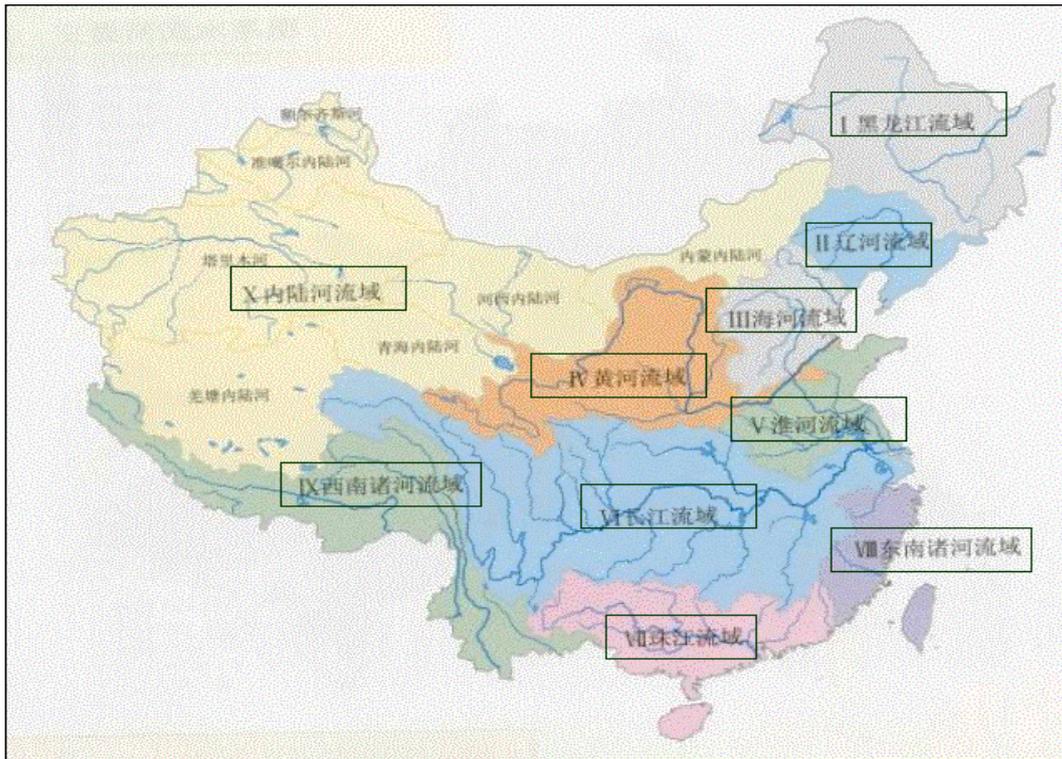


図 3 中国地域区分地図<sup>20</sup>

□ 中国の穀物生産量(2004年)

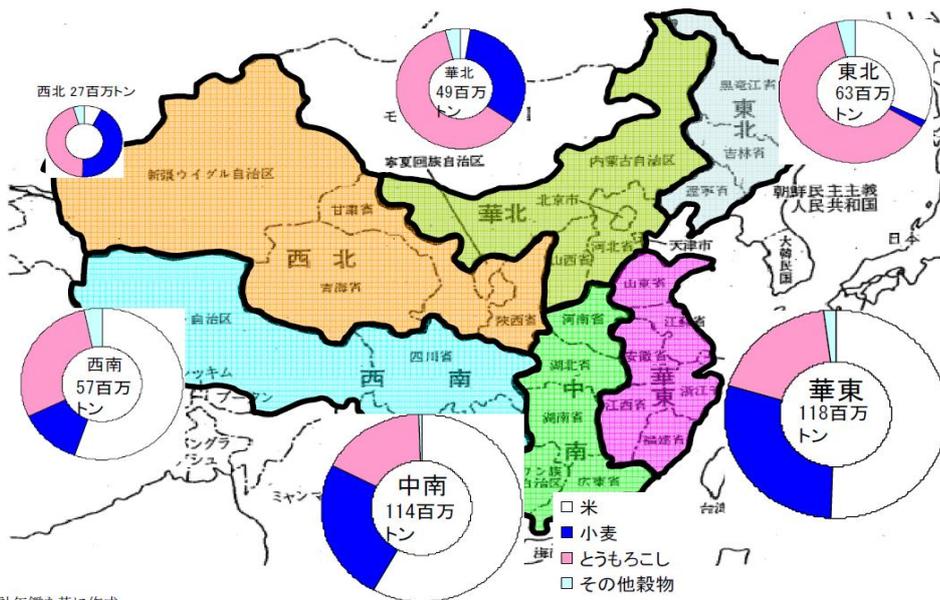


図 4 中国の主要食料の生産と消費<sup>21</sup>

<sup>20</sup> <http://www.chinaviki.com/china-maps/>

<sup>21</sup> <http://www.jircas.affrc.go.jp/project/China/chinafood.html>

## 二節 退耕還林が行われた背景

世界第3位の国土面積を持つ中国は、ロシア・ブラジル・カナダ・米国について5番目に広い森林面積を擁している。しかし森林率（総面積に占める森林面積の割合）は2000年の時点でわずか17.5%であり、世界平均の29.6%にも及ばなかった。さらに中国で砂漠化している面積は全土の約18%に当たる173.97万平方キロメートル（日本の面積の約4.6倍）という数値が出ており、4億人の生活に影響が及んでいるとされていた。

では何故中国はこのように砂漠化が深刻になっているのか。それは1章でも説明した通り、砂漠化の自然的な原因の他に、人為的な原因で砂漠化が進んでいるということが現在問題視されている。人為的な原因は主として森林伐採や放牧、農業などが挙げられる。木材の過剰な需要における、供給のために木を必要以上に切り倒すこと、牛や羊などの家畜の餌のために放牧し草を食べ尽くすこと、農耕地の拡大による森林伐採や焼き畑農業による開墾など、人々は生活のために砂漠化を助長しており、これらはすべて土地の劣化につながるとされている。その中で私たちは過剰伐採と過剰耕作に視点を置いたのであるが、その理由として、この二つによる砂漠化が原因の全体の55.7%つまり半数を占めているためである。そのためその過耕作と過伐採両方を防ぐことが出来る「退耕還林事業」に目を付ければおのずと砂漠化を防げるのではないかと考えたのである。

退耕還林が行われるきっかけとなったのは、1998年中国南部長江・松花江で起こった大洪水災害であると言われている。この大洪水では特に華中の湖南省、湖北省、江西省を中心に大きな被害となり、これらの洪水によって中国ではあわせて3,000人以上が死亡し、2億3,000万人が被災、家屋や農地の浸水などにより、被災総額は300億ドルに達したと伝えられた。長江の洪水被害拡大の一因は、1950年代後半より続けられた農地開発や木材調達の為の森林伐採であるとされており、次の写真は湖南省安郷県での堤防決壊で水没した農家や工場の様子である。



写真：1998年夏中国・長江の大洪水<sup>22</sup>

<sup>22</sup> [http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/climate\\_change/2005/1.2.2.html](http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/climate_change/2005/1.2.2.html)

<sup>21</sup> <http://www.pref.nagano.jp/kanko/kokusai/kahoku/kahoku.htm>

### 第三節 退耕還林実施地域

退耕還林は中国で行われている政策であるが、一番初めには 1999 年に四川省，陝西省，甘肅省で試行が開始された。そして 2003 年から，上海・江蘇・浙江・福建・山東・広東を除いた全国 25 の省・自治区・直轄市で全面的に実施された。(図 1 参照；赤線で囲まれた地域)

このように広範囲でこの対策が行われていることから、中国では森林の過伐採が問題視されていることが見てわかるだろう。



図 5 中国の地図<sup>23</sup>

### 第四節 退耕還林の効果と費用

退耕還林が 1999 年に試行開始以来 8 年間の事業実績累積実施面積は 2,687 万 ha(うち退耕地造林 927 万 ha, 荒山荒地造林 1580 万 ha, 封山育山 180 万 ha)となり、年平均は 280 万 ha である。またこの事業による受益農民は 1 億 2 千 4 百万人ともなった。ちなみに受益農民とは補助金を受けることが出来た農民の事を指し、またこの間の食糧補助累計額は 1,413 億元，生活費補助累計額は 180 億元となった。森林面積の増加 2,687 万 ha は全国の林地面積の 15.4% に，また森林蓄積量の増加約 15 億 m<sup>3</sup> は全国の森林総蓄積量の 10% 以上に相当する。また国土資源部の統計によると 1996 年から 2005 年まで、生態林については 1 年間で耕地減少分の 60% にあたる約 7330km<sup>2</sup> の耕地を樹林に戻したという結果になり、この事

業によって大きな効果が得られたと考えられる。

またかかった費用に関してだが、費用は完成投資額として 15,136,163 万元であり、1999 年から 2008 年の林業重点プロジェクト投資額の中で 57.6%と、過半数を占めている。この半数を占めているという事はつまり中国政府は退耕還林に対して多くの期待をこめ、またそれほど大きな事業であったことが分かる。この間の食糧補助累計額は 1,413 億元、生活費補助累計額は 180 億元である。(以下の表参照)

(単位 万元, %)			
プロジェクト名	完成投資額	うち国家投資	同左構成比
天然林資源保護	7,319,069	6,773,709	28.1
退耕還林	15,136,163	13,873,109	57.6
京津風砂源保全	2,216,630	1,949,528	8.1
三北長江流域等防護林建設	2,616,148	1,227,556	5.1
野生動物植物保護・自然保護区建設	412,599	240,938	1.0
速生豊作用材基地建設	203,172	14,243	0.1
合計	27,903,781	24,079,083	100.0

資料 国家林業局「林業統計年鑑」  
 (注) 「退耕還林」以外の項目にも退耕還林事業が一部含まれる。

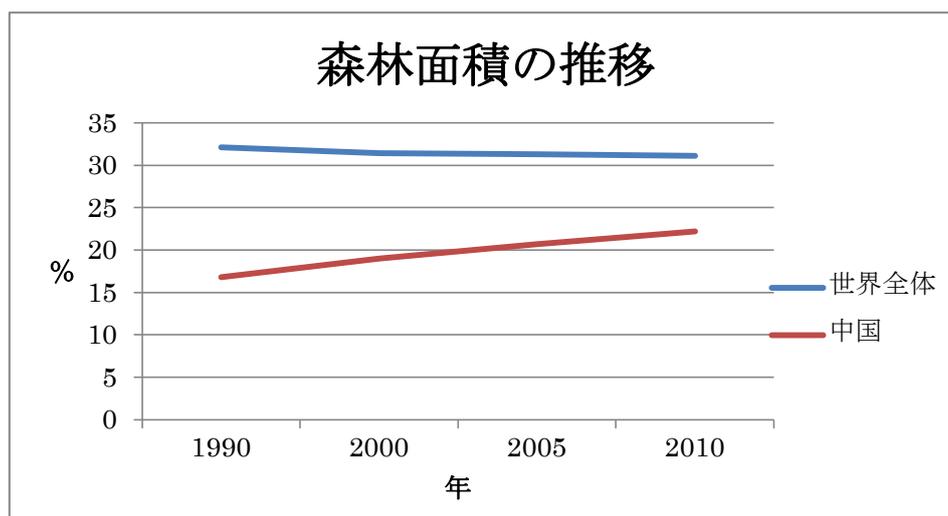
表 5 費用の内訳<sup>24</sup>

他にも退耕還林事業によって事業実施から 4 年間で既に多くの成果が得られている。第一に、退耕還林によって水土流失の抑制面積は約 6,666 万 6,700ha となり<sup>25</sup>、水土流失および土地の砂質化の整備に少しではあるが成果が見られる。第二に、広範な農民が事業によって実益を得ており、収入が増加、退耕還林を実施した農家は既に少量の花弁、竹材、牧草などを産出しており、退耕農家は既に一定の経済収益を獲得し始めている。

また下のグラフは world bank のデータから森林面積の推移を世界と中国を比較したものである。このグラフを見ても分かるように、世界全体では森林面積が減少しているにも関わらず、中国では退耕還林などの政策が行われたため森林面積が増加している。つまり退耕還林事業は森林を増加させることに関しては大いに成功したと言えるのである。

<sup>24</sup> <http://www.nochuri.co.jp/report/pdf/n1003ab1.pdf>

<sup>25</sup> <http://www.e.kumagaku.ac.jp/keizai/ronshu/pdf/17-1-12.pdf>



グラフ 1 森林面積の推移<sup>26</sup>

<sup>26</sup> <http://search.worldbank.org/data?qterm=china%20forest&language=EN>

## 第四章 退耕還林の問題

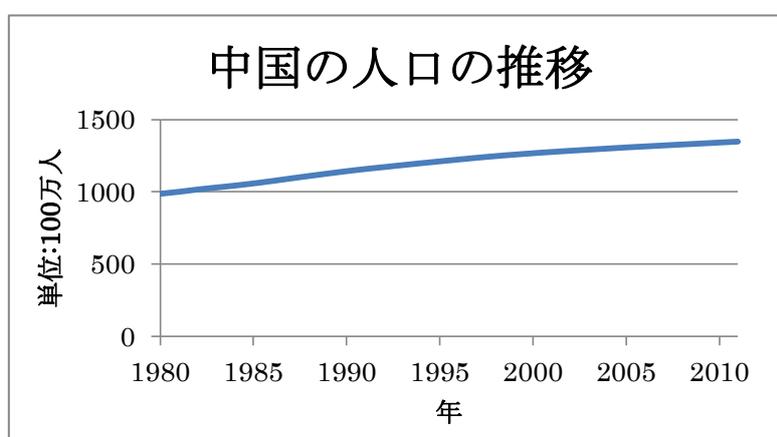
砂漠化問題の対策としてとられてきた退耕還林だが、2007年に退耕還林を見直しするためにこの政策を一時停止する、ということを中国政府は決定したのである。以下は新聞記事を引用したものである。

「退耕還林政策の完全実施に関する通達」であり、それは「第11次5カ年計画期（2006～2010年）における133万ヘクタールの退耕還林の規模を、2006年分として策定済みの26万7000ヘクタールを除き、暫時停止する」というものだ。（中略）これは、1999年から始まった「退耕還林」の試みが、8年の歳月と4兆3000億元あまりの財政投入を経て、一時ストップせざるをえなくなったということだ<sup>27</sup>

この政策によって中国では1996年から2005年まで、生態林については1年間で耕地減少分の60%にあたる約73万3000ヘクタールの耕地を樹林に戻した。また前章で述べたようにこの政策によって耕地に植林し、その分砂漠化を解決出来た。では何故8年間続いた退耕還林事業を停止しなければならなくなったのか。この章では退耕還林が持ついくつかの問題点について探っていく。

### 第一節 食糧安全保障のための農地確保

まず一つ目考えられる原因として、退耕還林によって中国国内の耕地面積が減少してしまったことが挙げられる。中国は世界第一位の人口を誇る国であり、2011年現在の人口は13億人となっている。そしてその数は年々増加している傾向にある。（以下のグラフ参照）



グラフ 2 中国人口の推移<sup>28</sup>

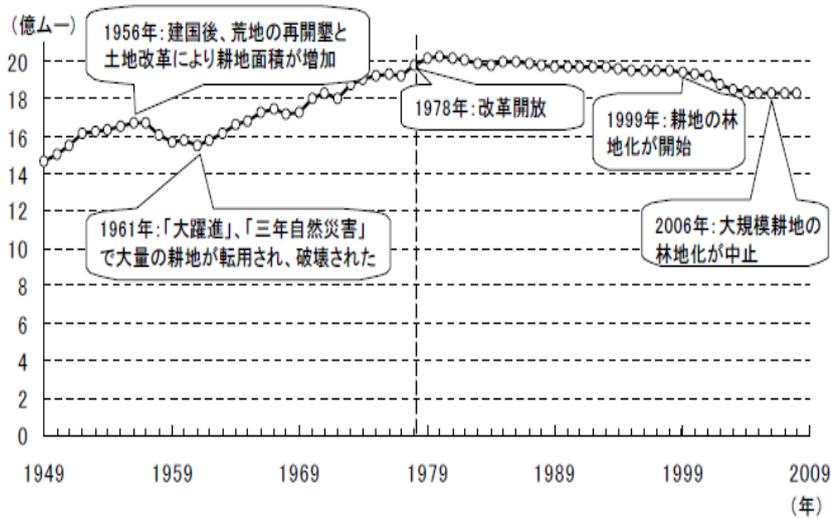
<sup>27</sup> [http://japanese.beijingreview.com.cn/yzds/txt/2007-11/01/content\\_84138\\_2.htm](http://japanese.beijingreview.com.cn/yzds/txt/2007-11/01/content_84138_2.htm)

<sup>28</sup> [http://ecodb.net/country/CN/imf\\_persons.html](http://ecodb.net/country/CN/imf_persons.html)

そんな中国では退耕還林によって「食糧安全保障問題」が深刻になっている。食糧安全保障とは、国連食糧農業機関の定義に基づけば、全ての人が常に活動的・健康的生活を営むために必要となる、必要十分で安全で栄養価に富む食料を得ることができることを指す。これには 3 つの意味が含まれており、第一に食糧供給量が保証されていること、第二に購入能力があること、第三に購入した食糧が食品衛生上問題ないことである。中国は人口が多いわりには土地が少なく、1 人あたりの平均耕地面積は 0.1ha でありこれは世界平均の 0.25ha の半分に満たない数値であり、また人口は 2030 年まで増加傾向にあるとされているので、1 人あたりの平均耕地面積はさらに減少すると言われている。そのためこのようにして国民の食糧供給に関して気を使い、耕地面積に関しても 120 万 km<sup>2</sup>を下らないよう注意してきた。しかし退耕還林事業によって 2006 年末の全国の耕地面積は 122 万 km<sup>2</sup>となり、政府が求める耕地面積のアンダーライン 120 万 km<sup>2</sup>に近づいてしまったのである。先ほども述べたように中国は人口世界第 1 位の国であり、世界の 22%を占めている。それにも関わらず耕地面積は世界のわずか 7%にすぎないのである。13 億人余りの食糧問題は常に最重要事項であり、中国はわずか数十年で食料自給率を引き上げ、世界の人口の約 5 分の 1 を養うという驚異的な成功を遂げ、その結果自らの力で食糧自給を基本的に実現したのである。つまり食糧の供給と需要の基本的なバランスを確保することは、中国政府の食糧安全保障問題解決の基本方針なのである。

耕地面積は下のグラフのように変化している。グラフを見ても分かる通り、退耕還林が実施され始めてから徐々に減少しているのが分かる。1949 年の新中国の設立以降において、中国の耕地面積のグラフの特徴は、「上下しながらの増加期間」と「緩やかな減少期間」の 2 つの段階がある。

第 1 段階は、1949 年から 1978 年の改革開放までの間であり、ここでは単位面積当たりの生産量が急速に増加するにつれ、中国の食糧総生産量も増加し続けた。その理由として新しい土地制度の整備により農民の生産意欲が高まった時期であることが言える。次に第 2 段階は、1978 年から 2008 年までの間であり、中国の耕地総面積は 1980 年をピークに緩やかな減少傾向に転じた。その耕地面積減少の主因として、農村における非農業産業や都市化の進展に伴う耕地の転用や、私たちが問題視している中国政府が生態保護のため実施した退耕還林が挙げられるのである。そのため、耕地面積の減少を食い止めようと、これまで 8 年間行ってきた退耕還林が 2007 年から一時停止されることになったのである。と考えられている。



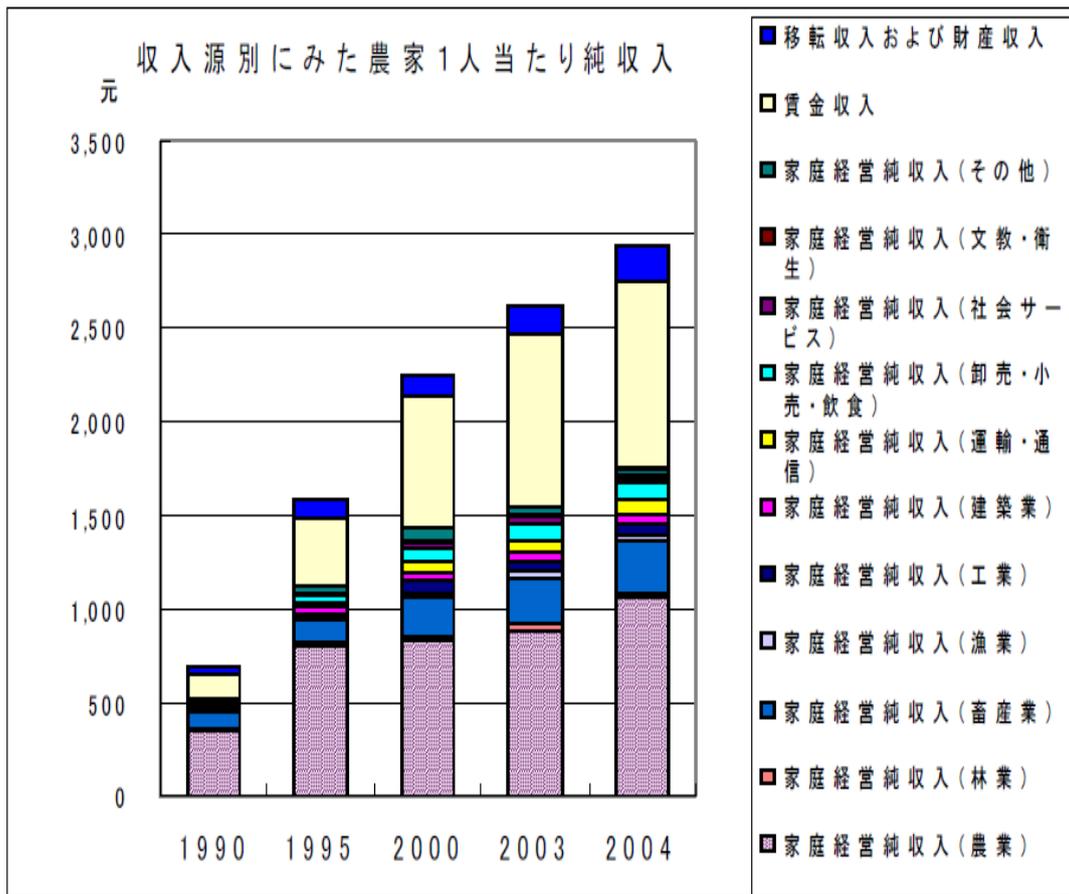
グラフ 3 耕地総面積の推移<sup>29</sup>

## 第二節 樹木選定の問題

2つ目の原因として樹種を選択が農民と政府で問題となっていることが挙げられる。そもそも退耕還林を行うにあたって、農民にはもちろん樹木を植えてもらうのだが、その樹木には主に2種類ある。生態林と経済林である。「生態林」は森林活着を目的とした樹種であり、主に松・杉・ポプラをはじめとした一般的な造林樹木を指し、「経済林」は木材及び副産物の販売を目的とした樹種であり、林檎・梨・桃などの経済性の高い樹木を指す。どちらを植えたかでの違いは、それぞれの樹種での食糧補助と生活費補助の年限が設けられているところであり、生態林は8年、経済林は5年、と区別されており、また補助金の額は経済林に比べて生態林の方が多くもらえる。

そこで問題なのは農民と政府で植えたい樹種が違うところである。基本的には農民側は経済林を植えたいと考えている。その理由としては当たり前であるが、経済林はその樹木から収穫物を得られ、その結果収入が入ってくるようになるからである。農家の人にとっては農地が失われてしまうことで主な収入源がなくなってしまうため、植林する樹種を選択はとても重要なことであり、農民は出来るだけ経済林を植えたいのである。

<sup>29</sup>[http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai\\_nogyo/k\\_syokuryo/h21/pdf/h21\\_asia2.pdf](http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_syokuryo/h21/pdf/h21_asia2.pdf)



グラフ 4 収入別にみた農家1人当たり純収入<sup>30</sup>

上のグラフは収入源別にみた農家1人当たりの純収入を表わしている。割合を見ると、農業からの収入の割合が他の収入に比べて大きいのが分かる。つまり、それほど農家の人にとっては農業から得られる収入の割合が高いことが言える。実際、黄河流域の延安市宝塔区で実施した60世帯の聞きとり調査の結果<sup>31</sup>、90%の農家が経済林を植林したいと回答したのであり、生態林優先の政策は農家の意志に反しており、生活改善のインセンティブにならないという意見もある。また生態林の比率を高めたいのであれば、生態林の補助金額と期間をさらに高めなければならないとも考えられている。

前段落では農民側の意見を述べてきたが、逆に政府側としては生態林を植えてもらいたいと考えている。その理由としてはやはりこの政策は森林を保護し、生態系を守るためのものであるため、耐性が弱く、病虫害が発生しやすく、生物多様性も喪失し、土壌の劣化も招きやすい経済林はあまり推奨していないのである。また経済林には保水力や表土流失の防止機能の点で生態林樹種に劣っており、環境保全の観点から見ると問題が多いというデメリットもあるのである。

<sup>30</sup> <http://www.eco.nihon-u.ac.jp/center/ccas/pdf/wp010.pdf>

<sup>31</sup> 7と同上

政府は果樹など経済性の高い樹木ばかり植えさせてしまう事を恐れ、生態林と経済林の比率が 8 対 2 となるように定めたのだが、農家はやはり経済林を好むため、実際には退耕還林地の 50%を経済林に当ててしまっているのが現状である。また、生態林ばかり優先した割合にしてしまうと農家が経済利益を確保できなくなってしまうという問題も発生してしまい、意見が大きく分かれたままなのである。

### 第三節 退耕還林の再開

ここまでで退耕還林が停止してしまった原因を述べてきたが、これらのことは見直せば退耕還林を続けられるのではないかと思ひ、この論文の中では私たちは退耕還林をもう一度再開させたいと考えている。その理由として、このままこの政策を停止させたからといって、もともと私たちが問題としていた過伐採、過耕作による砂漠化を食い止めることは出来ないからである。砂漠化の進行を食い止めるための事業として退耕還林を実施すれば、緑化環境保全を考慮した農業が行えるし、なにより長期的に見て農民が国に頼らずに自立するように促すことができるのである。

ではここで一節の食糧安全保障のための農地確保と二節の樹木選定とどちらの解決を考えるべきか。一節の方の耕地面積が減りすぎてしまった問題だが、これは退耕還林を行う上では決して避けては通れない課題であり、逆に言ってしまうと退耕還林を行うのであれば仕方がないのである。また、退耕還林によって確かに耕地面積は減ってしまうが、もともと退耕還林を行う土地は条件の悪いものとされていたので、その分の耕作地が減ったとしても生産性はあまり変わらなく、ここではそこまで問題視する部分ではないのではないかと考えることにした。一方生態林と経済林の割合であるが、これはシステム上の問題であり、いくつかの改善点が挙げられる。まず割合の変更である。今の規定では生態林の方が明らかに多くしなければならぬため農家も割合を破ってしまうのであり、これがもし農家の人も納得のいく、農業を行っていた頃と同じ位の収入が得られる見込みがある割合に設定出来れば、農民側も割合を守るであろう。また現時点での補助金は期限が定められている。これだと期限が切れてしまったあとは経済林からの収入だけになってしまい、大幅に収入が減ってしまう恐れがある。そのため、補助金に関しても改善しなければならない。しかしこれらの点を改善し、政府と農家にとって最適な生態林と経済林の割合を求めれば、退耕還林を再開することは可能だと考えられる。私たちはその最適な割合とは果たしてどの様に表わせることが出来るのかを次の章の分析で考察していきたい。また退耕還林事業を扱う上で、私たちは耕作地に植林するまでの過程のみ考えるとする。そのため「退耕」の部分は考えず、もともと耕作されていた作物を除去する費用などはここでは含めないものとする。

## 第五章 モデル分析

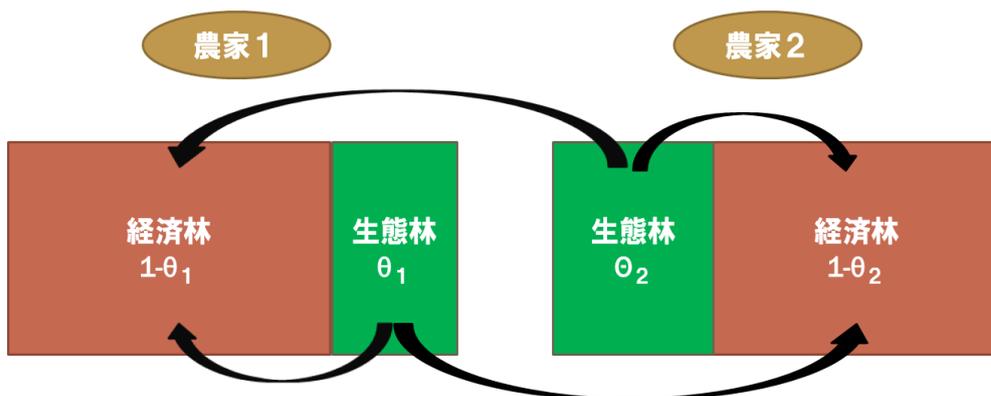
モデル分析の流れを述べたい。三章で述べたように、退耕還林は補助金配分を全国統一から地域によって配分割合を変えるように姿を変えた。そこで補助金配分統一のモデルをモデル1、地域によって補助金配分を変えるモデルをモデル2とし、二つのモデルを用意する。まず始めに、農家の最適な植林の割合を考える。手法としてはクールノーナッシュ均衡を用いる。次に、社会的厚生関数を用いて、政府の最適な植林の割合を出す。最後に、農家と政府の最適な生態林の割合の差を出し、お互いの最適な割合が一致していないことを提示する。その後、政府の割合に近づける政策を次の章で紹介する。

### 農家が自分の利益を最大化したときの生態林と経済林の割合

以下、本題に入り、農家が自分の利益を最大化したときの生態林と経済林の割合を考えていくのだが、これにはクールノーナッシュ均衡を用いる。なぜこれを用いるかを説明する前に、生態林、経済林を植林することは農家にどう影響するのかをまとめる。

まず、便益についてである。便益は経済林の便益と政府から支給される補助金の和である。植林の割合に関してだが、農家は自らの利潤が最大になるような割合を決める。また、農家は生態林よりも経済林を好む。なぜなら経済林は果物などの生産物（経済的収入）をもたらす。その一方で、生態林は土壌を改善することから経済林の価値を高め、間接的に利潤を高めるのみだからである。それと繋がって、農家は、周りの農家の植林の割合を自らの植林政策に反映させる。これは俗に言われるフリーライダー問題に似たものが発生していると考えることができる。フリーライダー問題を簡単に説明すると、ある個人は、虚偽の申告をする事で実際より少ない負担額で公共財を消費できるという仕組みである。ここでは生態林を公共財と考え、対となる経済林は私的財とする。農家は政府から生態林を供給するよう求められる。しかし、上に述べられているように、農家は、政府から提示された量より少ない生態林を植え、他農家と同等の便益を得ることができる。

下に、それぞれの農家の植林とその影響を図に示した。



次に費用についてである。費用は経済林と生態林を植林する費用である。ここで、経済林を植林する費用は生態林を植林する費用より高い。それは、樹木の手入れや作物の収穫にかかる費用から成るため、農家ごとに違ふと考えられる。その一方、生態林はほとんど手をかけなくとも、生態林サービスを楽しむため管理費用は両者ともに変わらず、限りなく0に近くなる。

では、ナッシュ均衡とは何か説明をする。ナッシュ均衡とは「他人の行動を一定とした時、自分1人だけ行動を変えても利得が上がらない社会状態」のことである。この状態では、お互いが相手の出方に関わらず得する支配戦略を出し合っているものである。前段落でも説明したように、通常、農家はそれぞれ、自分の利得（ここでは便益）を最大にする行動を取ると考える。加えて、農家の便益は他者の生態林によって依存する。ゆえに、自らの利益最大化を考え、かつ他者の行動に依存するナッシュ均衡が適切だと考えた。また今回、ナッシュ均衡の中でもクールノーナッシュ均衡を用いるのは、ベルトランナッシュ均衡が価格を戦略とするが、戦略を生産量(植林の割合)とするクールノーモデルの方が適切だと考えたためである。

以上が、クールノーナッシュ均衡を用いる理由である。ここからは実際にモデルを仮定し分析に入っていく前に、記号の定義を示しておく。

$\pi_{1,2}$  : 利潤関数、 $\theta$  : 生態林の割合、 $1-\theta$  : 経済林の割合、 $p$  : 経済林による生産物の価格、**A** : 農家1の土地生産性を1としたときの農家2の比、 $s_1, s_2$  : 政府からの補助金支給割合、**k** : 経済林の植林費用、**h** : 生態林の植林費用、**W** : 社会的厚生とする。

また仮定を以下のように設ける。

農家は2者（農家1、農家2）、 $0 < A < 1$ 、 $s_1 + s_2 = 1$

数式と仮定の理由として1. 植林全体は生態林と経済林のふたつに分けられること。2. 農家1は農家2より生態林による土壌改良効果が高いと仮定するため、 $A$  ( $0 < A < 1$ ) をパラメーターとして用いる。

ここで数式に入る。利潤関数は便益－費用であり、まずは便益について見ていく。

モデル 1

農家 1 :

$$\begin{aligned}\pi_1 &= pf_1(\theta_1, \theta_2) + s \theta_1 \\ &= p(1-\theta_1) (\theta_1 + \theta_2) + s \theta_1\end{aligned}$$

農家 2 :

$$\begin{aligned}\pi_2 &= pf_2(\theta_1, \theta_2) + s \theta_2 \\ &= p(1-\theta_2) A(\theta_1 + \theta_2) + s \theta_2\end{aligned}$$

モデル 2

農家 1 :

$$\begin{aligned}\pi_1 &= pf_1(\theta_1, \theta_2) + s_1 \theta_1 \\ &= p(1-\theta_1) (\theta_1 + \theta_2) + s_1 \theta_1\end{aligned}$$

農家 2 :

$$\begin{aligned}\pi_2 &= pf_2(\theta_1, \theta_2) + s_2 \theta_2 \\ &= p(1-\theta_2) A(\theta_1 + \theta_2) + s_2 \theta_2\end{aligned}$$

次に費用についてである。

仮定として、両者の農家の経済林の費用は  $k$ 、生態林の費用は  $h$ 。

なお、経済林の費用の方が生態林の費用より高いため、 $k > h$  となる。

これを数式に表すと、モデル 1、2 は同様に農家 1 の費用が  $C_1(\theta_1) = k(1-\theta_1) + h \theta_1$ 、

農家 2 の費用が  $C_2(\theta_2) = k(1-\theta_2) + h \theta_2$  となる。以上から

$$\text{モデル 1 の農家 1 の利潤関数 } \pi = p(1-\theta_1) (\theta_1 + \theta_2) + s \theta_1 - \{k(1-\theta_1) + h \theta_1\}$$

$$\text{モデル 1 の農家 2 の利潤関数 } \pi = p(1-\theta_2) A(\theta_1 + \theta_2) + s \theta_2 - \{k(1-\theta_2) + h \theta_2\}$$

$$\text{モデル 2 の農家 1 の利潤関数 } \pi = p(1-\theta_1) (\theta_1 + \theta_2) + s_1 \theta_1 - \{k(1-\theta_1) + h \theta_1\}$$

$$\text{モデル 2 の農家 2 の利潤関数 } \pi = p(1-\theta_2) A(\theta_1 + \theta_2) + s_2 \theta_2 - \{k(1-\theta_2) + h \theta_2\}$$

と仮定する事が出来たので、農家が自分の利益を最大化した際の植林の割合を考える。  
まず、利潤関数をそれぞれ  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  で偏微分することで利潤最大化条件を求める。

モデル1における農家1の利潤最適は

$$\partial \pi_1 / \partial \theta_1 = p(1 - 2\theta_1 - \theta_2) + s - \{k(-1) + h\} = 0$$

農家2の利潤最適は

$$\partial \pi_2 / \partial \theta_2 = pA(1 - \theta_1 - 2\theta_2) + s - \{k(-1) + h\} = 0$$

モデル2における農家1の利潤最適は、

$$\partial \pi_1 / \partial \theta_1 = p(1 - 2\theta_1 - \theta_2) + s_1 - \{k(-1) + h\} = 0$$

同様に農家2の利潤最適は

$$\partial \pi_2 / \partial \theta_2 = pA(1 - \theta_1 - 2\theta_2) + s_2 - \{k(-1) + h\} = 0$$

これらをそれぞれ整理し、連立させると、モデル1における農家1、2それぞれの利潤を最大化する生体林の割合は以下の通りになる。

$$\theta_1 = \frac{1}{3} - \frac{1}{3pA}(-h + k - s) + \frac{2}{3p}(-h + k - s),$$

$$\theta_2 = \frac{1}{3} - \frac{1}{3p}(-h + k - s) + \frac{2}{3pA}(-h + k - s)$$

一方、モデル2における農家1、2それぞれの利潤を最大化する生体林の割合は以下の通りになる。

$$\theta_1 = \frac{1}{3} - \frac{1}{3pA}(-h + k - s_2) + \frac{2}{3p}(-h + k - s_1),$$

$$\theta_2 = \frac{1}{3} - \frac{1}{3p}(-h + k - s_1) + \frac{2}{3pA}(-h + k - s_2)$$

となる。

以上の通り、モデル1と2でそれぞれの農家の利潤を最大化する生体林の割合には違いが出る。

## 農家全体の最適な植林の割合

次に、農家全体の最適な植林の割合を考える。ここでの、個々の成員とは、農家 1, 2 である。ゆえに、社会的に最適な植林は、農家の利潤を総和したものとなる。

ここでも、記号の定義と仮定を紹介したのち、分析をしていく。まず、文字  $W$  を農家全体の厚生と定義する。

次に仮定である。農家全体の厚生は上に述べてあるように、農家 1, 2 の効用を合わせたものである。以上から、農家全体の厚生関数は  
モデル 1 では

$$W = p(1-\theta_1) (\theta_1 + \theta_2) + s_1\theta_1 - \{k(1-\theta_1) + h\theta_1\} + pA(1-\theta_2) (\theta_1 + \theta_2) + s_2\theta_2 - \{k(1-\theta_2) + h\theta_2\}$$

モデル 2 では

$$W = p(1-\theta_1) (\theta_1 + \theta_2) + s_1\theta_1 - \{k(1-\theta_1) + h\theta_1\} + pA(1-\theta_2) (\theta_1 + \theta_2) + s_2\theta_2 - \{k(1-\theta_2) + h\theta_2\}$$

と表すことができる。これを最大化するために、 $\theta_1$  と  $\theta_2$  で偏微分 = 0 とすると、

モデル 1 では

$$\partial W_1 / \partial \theta_1 = \theta_1(-2p) + p(-\theta_2 + 1) + s_1 + k - h + pA(1-\theta_2) = 0$$

$$\partial W_2 / \partial \theta_2 = \theta_2(-2pA) + pA(-\theta_1 + 1) + s_2 + k - h + p(1-\theta_1) = 0$$

モデル 2 では

$$\partial W_1 / \partial \theta_1 = \theta_1(-2p) + p(-\theta_2 + 1) + s_1 + k - h + pA(1-\theta_2) = 0$$

$$\partial W_2 / \partial \theta_2 = \theta_2(-2pA) + pA(-\theta_1 + 1) + s_2 + k - h + p(1-\theta_1) = 0 \quad \text{となる。}$$

これらをそれぞれ整理すると、

モデル 1 では

$$\theta_1 = -\frac{1+A}{2}\theta_2 + \frac{1+A}{2} + \frac{s-k-h}{2p}$$

$$\theta_2 = -\frac{1+A}{2A}\theta_1 + \frac{1+A}{2A} + \frac{s-k-h}{2pA} \quad \text{となり、連立させると}$$

$$\theta_1^* = \frac{(1-A)}{(1+A)} + \frac{(1+A)(s-h+k)}{p(1-A)^2} - \frac{2A(s-h+k)}{p(1-A)^2}$$

$$\theta_2^* = -\frac{(1-A)}{(1+A)} + \frac{(1+A)(s-h+k)}{p(1-A)^2} - \frac{2(s-h+k)}{p(1-A)^2} \quad \text{となる。}$$

モデル2では

$$\theta_1 = -\frac{1+A}{2}\theta_2 + \frac{1+A}{2} + \frac{s_1-k-h}{2p}$$

$$\theta_2 = -\frac{1+A}{2A}\theta_1 + \frac{1+A}{2A} + \frac{s_2-k-h}{2pA} \quad \text{となり、連立させると、}$$

$$\theta_1^* = \frac{(1-A)}{(1+A)} + \frac{(1+A)(s_2-h+k)}{p(1-A)^2} - \frac{2A(s_1-h+k)}{p(1-A)^2}$$

$$\theta_2^* = -\frac{(1-A)}{(1+A)} + \frac{(1+A)(s_1-h+k)}{p(1-A)^2} - \frac{2(s_2-h+k)}{p(1-A)^2} \quad \text{となる。}$$

これが農家全体の最適な生態林の割合である。なお、この場合も先ほどの農家の時と同様、経済林の割合はそれぞれ1から引いたものとなる。

### 農家が自分の利益を最大化した際と農家全体の厚生を最大化した際の割合の差

最後に、農家が自分の利益を最大化したときの生態林の割合と農家全体の厚生を最大化したときの生態林の割合の差を求める。これは単純に、先ほど求めた生態林の割合を減法によって求める。

モデル1における農家全体の最適な生態林の割合-農家の最適な生態林の割合は、

$$\begin{aligned}
& \frac{1-A}{1+A} + \frac{(1+A)(s+k-h)}{p(1-A)^2} - \frac{2A(s+k-h)}{p(1-A)^2} - \frac{1-A}{1+A} + \frac{(1-A)(s+k-h)}{p(1-A)^2} - \frac{2(s+k-h)}{p(1-A)^2} \\
& - \left\{ \frac{1}{3} - \frac{1}{3pA}(k-h-s) + \frac{2}{3p}(k-h-s) + \frac{1}{3} - \frac{1}{3p}(k-h-s) + \frac{2}{3pA}(k-h-s) \right\} \\
& = -\frac{2}{3} + -\frac{s-h+k}{3p} - \frac{s-h+k}{3pA} \dots \textcircled{1}
\end{aligned}$$

一方、モデル2における農家全体の最適な生態林の割合-農家の最適な生態林の割合は、

$$\begin{aligned}
& \frac{1-A}{1+A} + \frac{(1+A)(s_2+k-h)}{p(1-A)^2} - \frac{2A(s_2+k-h)}{p(1-A)^2} - \frac{1-A}{1+A} + \frac{(1-A)(s_1+k-h)}{p(1-A)^2} - \frac{2(s_2+k-h)}{p(1-A)^2} \\
& - \left\{ \frac{1}{3} - \frac{1}{3pA}(k-h-s_2) + \frac{2}{3p}(k-h-s_1) + \frac{1}{3} - \frac{1}{3p}(k-h-s_1) + \frac{2}{3pA}(k-h-s_2) \right\} \\
& = -\frac{2}{3} + \frac{s_1-s_2}{p(1-A)} - \frac{s_1-h+k}{3p} - \frac{s_2-h+k}{3pA} \dots \textcircled{1}
\end{aligned}$$

となる。

以上からモデル1、2両方において、農家が自分の利益を最大化する植林を行ったときの生態林供給量（割合）と社会的厚生を最大化する植林を行ったときのものが異なっていることが分かった。この差が経済林の違法植林や生体林の違法伐採を招いていると考えられる。次章ではこの差を0に近づけることを考える。

## 第六章 対策

「差を表す①式を 0 に近づける」ということについて考えてみる。数式①における変数は土地生産性の比（農家 1 の土地生産性を 1 としたときの農家 2 の比）を表す  $A$ 、費用を表す  $h \cdot k$ 、経済林からの生産物価格を表す  $p$ 、そしてそれぞれの農家に対する補助金を表す  $s_1 \cdot s_2$  である。これらの変数を変化させることで①式の差を縮めることができる。

しかし、それぞれを見ていくと、土地生産性を改善させたり、生態林・経済林それぞれの費用の農家負担分を変化させたり、生産物価格を上げたりするには、資金が必要となるという問題が生じてくる。ただ単に資金を投入するのみの対策は分析の結果から結びつかないため考えないこととする。ここでは退耕還林で実際に行われた補助金配分の変更について分析を行う。農家 1 と農家 2 に対して補助金の新たな支給割合を提案することで①式が表す差を縮める。この解決法だと、実際に政府が農家に対して支給している補助金の総額をそのままに割合を変化させているだけなので、新たに資金源を考える必要がない。

モデル 2 の①式が表す  $\theta_1^* + \theta_2^* - (\theta_1 + \theta_2) = G(\theta_1, \theta_2)$ 、 $s_1 + s_2 = 1$  とし、 $s_1 \cdot s_2$  で微分すると、

$$\frac{\partial G}{\partial s_1} = \frac{1}{p(1-A)} - \frac{1}{3p} > 0$$
$$\frac{\partial G}{\partial s_2} = -\frac{1}{p(1-A)} - \frac{1}{3pA} < 0 \dots \textcircled{2}$$

となる。

この結果から、土地生産性が低い農家の補助金の割合である  $s_2$  を上げると差が縮まることがわかる。逆に、土地生産性の高い農家の補助金の割合である  $s_1$  を上げると差が広がってしまう。

では、②式を農家の土地生産性の差の観点から見てみる。②式を変形すると、

$$-\frac{1}{p} \left( \frac{1}{1-A} + \frac{1}{3A} \right) \dots \textcircled{3}$$

となる。

②式では、土地生産性の低い農家に対して補助金を多く支給することで、「農家が自分の

利益を最大化したときの生態林の割合」と「社会的厚生を最大化したときの生態林の割合」の差が縮まることがわかったが、③式では、その土地生産性の差が大きいほうが、①式の差を縮小させる効果が大きいことがわかる。

しかし、現状の補助金配分をその反対になっている。三章の図7のように補助金配分は湿潤地帯である長江地域と、砂漠地帯である黄河地域で分けられており、二つを比較すると、長江地域に対する補助金の方が高く設定されている。これはつまり、土地生産性の高い湿潤地帯である長江地域の農家に対して高い補助金を支給し、土地生産性の低い砂漠地帯である黄河地域の農家に対しては低いものとなっているということである。よって、我々の分析の提言と正反対の支給割合となっていることがわかる。つまり現状の制度だと農家と国の間でさらにギャップが広がり、違法な経済林植林や農地開墾が起きる可能性が高くなることを指摘できる。

これを証明するためにシミュレーションを行う。シミュレーションは2つのモデル、そして新しく提案した補助金配分をシミュレーションの3つに分ける。B列が退耕還林当初の補助金を全地域均一にしていたモデル、C列が補助金配分を変え、土地生産性の高い地域により多く配分したモデル、D列が今回新しく提案した土地生産性の低い地域により多く配分するモデルのシミュレーションである。この三つのモデルで農家全体の利潤が最大化されている時と、農家が個人の利潤を最大化している時の生態林の差を比較する。

まずA2～7行に記号を表記する。A3の補助金sはB列のモデルのみ、A6, 7の補助金s<sub>1</sub>, 2はC, D列のモデルに掛かる。A8, A9はパラメーターであり、A8は便益、A9は費用に掛かる。例えばB11のセルには以下のような式が入る。

$$B8 * ((1-B2) / (1+B2) + (1+B2) * (B4+B3) / (B5 * (1-B2)^2)) - 2 * B9 * B2 * (B4+B3) / (B5 * (1-B2)^2)$$

次に数値を入力する。2～7列には任意の数字を入力し、パラメーター1, 2を変数にする。退耕還林が開始された当初から政府は農家に生態林を8割植えることを要求していたため、ソルバーでB11のセルが0.8になるようにB8, 9のセルを動かす。この結果が以下の「シミュレーション1」である。注目するのは13と17行の差である。分析結果通り両方の農家において差が生じていることがわかる。そしてこの差がC列の「現状の補助金配分」において最も大きく、D列の「提案した補助金配分」で最も小さくなっている。この差がs<sub>1</sub>, 2の値の変化によってどうなるか検証した結果が「シミュレーション2」である。土地生産性が高い方の農家への補助金s<sub>1</sub>の値が小さくなればなるほど差が縮まっているのがわかる。農家2の差においてはs<sub>1</sub>が0.778の値の時に0にすることに成功している。

今度は土地生産性Aを変化させてみる。0.9であった数値を0.89に変更、つまり土地生産性の差を広げてみる。その結果が「シミュレーション3」である。「シミュレーション1」と比較すると差が縮まっていることがわかる。つまり分析結果通り、土地生産性に差があ

ればあるほど効果が大きいことが実証されている。D17、農家2の差に至ってはマイナスになっており、s1の値を下げすぎている。先ほどと同様にsの変化によって差の動きを検証したのが「シミュレーション4」である。今回はs1が0.825で農家2の差を0にすることに成功している。「シミュレーション5」では土地生産性の差が大きければ大きいほどグラフが下にシフトすることがわかる。また、農家1の差の縮まりが小さいのに対して、農家2の差の縮まり方は急である。

### シミュレーション 1

	A	B	C	D
1		補助金配分統一	現状の補助金配分	提案した補助金配分
2	A(土地生産性)=	0.9	0.9	0.9
3	S(補助金)=	1		
4	K-h(経済林と生態林の管理費用の差)=	1	1	1
5	p(経済林による収穫物の価格)=	1	1	1
6	s1(農家1の補助金)=		1.2	0.8
7	s2(農家2の補助金)=		0.8	1.2
8	パラメータ1	0.003400159	0.003400159	0.003400159
9	パラメータ2	0.001367386	0.001367386	0.001367386
10				
11	$\theta 1$ (農家の総利潤最大化)	0.799980167	0.621548235	0.978412099
12	$\theta 1$ (農家1の利潤最大化)	0.333333333	0.125925926	0.540740741
13	差(A11-A12)	0.466646834	0.495622309	0.437671358
14				
15	$\theta 2$ (農家の総利潤最大化)	0.745284717	0.929186194	0.56138324
16	$\theta 2$ (農家2の利潤最大化)	0.333333333	0.125925926	0.540740741
17	差(A15-A16)	0.411951383	0.803260268	0.020642499

### シミュレーション 2

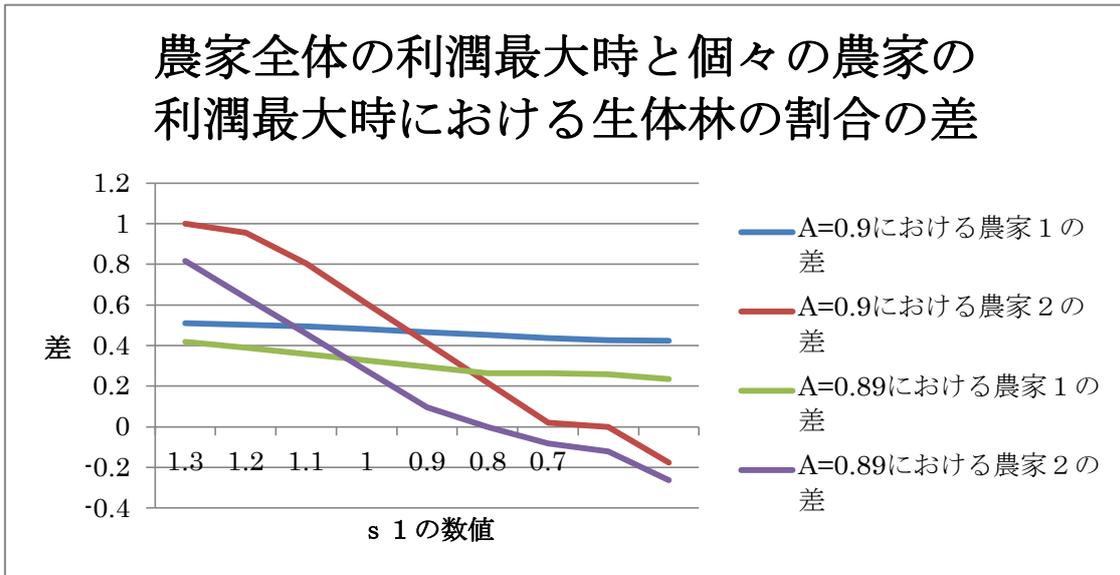
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	A(土地生産性)=	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
2	S(補助金)=				1			
3	K-h(経済林と生態林の管理費用の差)=	1	1	1	1	1	1	1
4	p(経済林による収穫物の価格)=	1	1	1	1	1	1	1
5	s1(農家1の補助金)=	1.272253	1.2	1.1		0.9	0.8	0.778081
6	s2(農家2の補助金)=	0.711746	0.8	0.9		1.1	1.2	1.187372
7	パラメータ1		0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	
8	パラメータ2		0.001367	0.001367	0.001367	0.001367	0.001367	
9								
10	$\theta 1$ (農家の総利潤最大化)	0.54675	0.621548	0.710764	0.79998	0.889196	0.978412	0.975649
11	$\theta 1$ (農家1の利潤最大化)	0.045071	0.125926	0.22963	0.333333	0.437037	0.540741	0.550676
12	差(A11-A12)	0.501679	0.495622	0.481135	0.466647	0.452159	0.437671	0.424972
13								
14	$\theta 2$ (農家の総利潤最大化)	0.999999	0.929186	0.837235	0.745285	0.653334	0.561383	0.550676
15	$\theta 2$ (農家2の利潤最大化)	0.045071	0.125926	0.22963	0.333333	0.437037	0.540741	0.550676
16	差(A15-A16)	0.954928	0.80326	0.607606	0.411951	0.216297	0.020642	0

## シミュレーション 3

	A	B	C	D
1		補助金配分統一	現状の補助金配分	提案した補助金配分
2	A(土地生産性)=	0.89	0.89	0.89
3	S(補助金)=	1		
4	K-h(経済林と生態林の管理費用の差)=	1	1	1
5	p(経済林による収穫物の価格)=	1	1	1
6	s1(農家1の補助金)=		1.2	0.8
7	s2(農家2の補助金)=		0.8	1.2
8	パラメータ1	0.003400159	0.003400159	0.003400159
9	パラメータ2	0.001367386	0.001367386	0.001367386
10				
11	$\theta 1$ (農家の総利潤最大化)	0.660090818	0.51364045	0.806541186
12	$\theta 1$ (農家1の利潤最大化)	0.333333333	0.125093633	0.541573034
13	差(A11 - A12)	0.326757485	0.388546817	0.264968152
14				
15	$\theta 2$ (農家の総利潤最大化)	0.610367681	0.761790363	0.458944999
16	$\theta 2$ (農家2の利潤最大化)	0.333333333	0.125093633	0.541573034
17	差(A15-A16)	0.277034348	0.63669673	-0.082628035

## シミュレーション 4

	A	B	C	D	E	F	G
1	A(土地生産性)=	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
2	S(補助金)=				1		
3	K-h(経済林と生態林の管理費用の差)=	1	1	1	1	1	1
4	p(経済林による収穫物の価格)=	1	1	1	1	1	1
5	S1(農家1の補助金)=	1.3	1.2	1.1		0.9	0.82516
6	S2(農家2の補助金)=	0.7	0.8	0.9		1.1	1.112593
7	パラメータ1	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034
8	パラメータ2	0.001367	0.001367	0.001367	0.001367	0.001367	0.001367
9							
10	$\theta 1$ (農家の総利潤最大化)	0.440415	0.51364	0.586866	0.660091	0.733316	0.755058
11	$\theta 1$ (農家1の利潤最大化)	0.020974	0.125094	0.229213	0.333333	0.437453	0.492063
12	差(A11 - A12)	0.419441	0.388547	0.357652	0.326757	0.295863	0.262996
13							
14	$\theta 2$ (農家の総利潤最大化)	0.837502	0.76179	0.686079	0.610368	0.534656	0.492063
15	$\theta 2$ (農家2の利潤最大化)	0.020974	0.125094	0.229213	0.333333	0.437453	0.492063
16	差(A15-A16)	0.816528	0.636697	0.456866	0.277034	0.097203	0



## 第七章 結論

農家全体の厚生を最大にする生態林の供給量（同時に経済林の供給量）と、農家が自分の利益を最大化させたときの供給量には差異があり、そのギャップを埋めるために我々は各農家間の土地生産性の差、それぞれの農家に支給する補助金の割合について考察した。ここでの対策として、それぞれの農家への補助金についてその支給額の割合を変えることを提言する。農家ごとの支給割合を変え、土地生産性の低い農家に対して多く支給することで農家全体の厚生を最大化する点に近づけることができる。この提言は現在支給されている決まった額の補助金の割合を変化させるだけであるため、新たに資金調達を考える必要がないというメリットがある。さらに農家ごとの土地生産性の差が大きいと政策の効果が大きいということが分析でわかったのだが、現実の社会に当てはめると、中国国内において北西部の砂漠地域と他の地域で土地生産性に著しい差があるため、政策に一定の効果が期待できるといえる。そして一番の重要な点が現在の補助金配分の仕方だと農家と国の間で求める生態林の供給量の差が大きくなってしまふことであり、この差が大きくなってしまふと、政策に従わずに違法な経済林の植林や新たな農地開墾を行う農家が現れてくる可能性が高くなる。つまり現状のままだと退耕還林制度の本質そのものを崩壊させてしまふ可能性があることを指摘する。

シミュレーション結果から土地生産性が低い農家においては求める生態林の差を0にすることが出来るが、土地生産性が高い方の農家においては差を完全に無くならせることは難しいことがわかった。これに関しては土地生産性の高い地域の農家には8割より少ない生態林の割合を許容するべきであると考えられる。そうすることで土地生産性の低い地域では生態環境の改善、土地生産性の高い地域では林業による経済活動を行う効率的な土地利用が出来る。

## 終章

世界規模で砂漠化が深刻であるという点から出発し、その中でも早急に対策を必要としている中国の砂漠化問題に着目した。環境被害だけでなく経済被害まで深刻化している中国では政府が莫大な予算をつぎ込んで「退耕還林」という植林政策を行なった。この政策により過剰耕作や過剰伐採などの砂漠化の原因が改善され、一定の成果を得たが、政策に伴う問題もいくつか生じてしまい、この政策は2008年から一時停止の運びとなった。

大きく分けて耕地面積の減少と樹木選定の割合の2つが停止原因だが、耕地面積の減少に関しては、「退耕還林」が生産性の低い農地に適用されるため耕地面積の減少がそのまま生産量の減少にはつながらないといった理由から今回は着目しなかった。よって樹木選定の割合に伴う問題を解決し、政策を再開させることを目標とした。

経済林と生態林の割合に関して国と農家の間でギャップが生じたため農家の不満が積み重なったという問題だが、この差を埋めることで政策が再開できると考え、モデル分析によって差を埋めることに必要な要素が明確になった。注目すべきところは経済林の収入を上げる、もしくは費用を下げるといった行動が経済林の割合を下げ、生態林の割合を上げられるということである。

現在、政府が行っている補助金の配分は生態林の方が経済林より割合として高くなっているため、我々の分析の提言と正反対の支給割合となっていた。現状の制度だと農家と国の間でさらにギャップが広がり、違法な経済林植林や農地開墾が起きる可能性が高くなることが明らかとなった。そこで、農家ごとの補助金の差が無く経済林と生態林のみで差をつけている現行の制度に対して、新たに土地生産性という基準で補助金の差を付けた。こうすることで政府と農家が求める生態林供給量の差を縮めるという狙いがある。

そして、シミュレーション結果から土地生産性が低い農家においては差を縮めることが可能であるが、土地生産性が高い方の農家においては差を完全に無くならせることは難しいことがわかった。土地生産性が低い土地においては環境保護、高い土地においては経済活動を各々重視することで効率的利用を図ることができるため、土地生産性の高い地域の農家には8割より少ない生態林の割合を許容すべきであると私達は提案したい。

この政策の課題としては、生産性の高い地域の農家に対する政府からの説得が不可欠なことである。社会として最適な状態に近づけるため、つまり効率的に環境保護・経済発展を行うに当たって生産性の高い地域の農家の優遇すべきであることを説明し、理解させる必要があるだろう。

## 参考文献

一前宣正（2011）「黄砂への挑戦」

岩坂泰信（2006）「黄砂：その謎を追う」紀伊國屋書店

慶應義塾大学（2002）「アジアの経済発展と環境保全」慶應義塾大学産業研究所

巖網林（2008）「国際環境協力の新しいパラダイム」慶應義塾大学出版会

森林総合研究所（2010）「中国の森林・林業・木材産業：現状と展望」日本林業調査会

全国農村教育協会日本沙漠学会（2011）「沙漠の事典」丸善株式会社

真木太一（1996）「中国の砂漠化・緑化と食料危機」信山社出版

山中典和（2008）「黄土高原の砂漠化とその対策」古今書院

吉野正敏（1997）「中国の沙漠化」大明堂

李永燃（2011）「中国農村の土地公有制及びその法的分析」晃洋書房

国際連合食糧農業機関 <<http://www.fao.or.jp/>>

黄砂問題検討会報告書 <<http://www.env.go.jp/air/dss/report/02/index.html>>

地球緑化クラブ <<http://www.ryokukaclub.com/kisotisiki/kisotisiki2.htm>>

中国黄土高原に見る退耕還林政策 <

<http://www.nochuri.co.jp/report/pdf/n1003ab1.pdf>>

中国の三農政策と政府間財政関係

<<http://www.eco.nihon-u.ac.jp/center/ccas/pdf/wp010.pdf>>

中国の人口・雇用・失業率の推移 <[http://ecodb.net/country/CN/imf\\_persons.html](http://ecodb.net/country/CN/imf_persons.html)>

中国の農業の生産余力

[http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai\\_nogyo/k\\_syokuryo/h21/pdf/h21\\_asia2.pdf](http://www.maff.go.jp/j/kokusai/kokusei/kaigai_nogyo/k_syokuryo/h21/pdf/h21_asia2.pdf)

北京週報

< [http://japanese.beijingreview.com.cn/yzds/txt/2007-11/01/content\\_84138\\_2.htm](http://japanese.beijingreview.com.cn/yzds/txt/2007-11/01/content_84138_2.htm)>

China National Report on the Implementation of the United Nation' s Convention to Combat Desertification

< <http://www.unccd.int/cop/reports/asia/national/2006/china-eng.pdf>>

UNCCD < <http://www.unccd.int/>>