

奈良県における二酸化炭素収支と 将来の共生循環型社会

環境教養学科 藤 原 昇

日本は、京都議定書に基づき、2012年までに1990年レベルより温室効果ガスを6%削減することを約束した。奈良県では「奈良県ストップ温暖化県民会議」を組織し、二酸化炭素削減のためのアクションプランを策定しつつある。その基礎となるのが奈良県での二酸化炭素収支であるが、その排出量に関するデータはあるが、植生による吸収量に関するデータが極めて少ない。ここでは植生による吸収量の概算を行い、奈良県の結果と大阪府の結果とを比較する。併せて、森林の水の保全に果たす役割について言及し、森林の保全、水の保全のための資金として、環境税、水源税について触れる。最後に、将来の共生循環型社会の家族モデルを提示する。

1 奈良県の植生による二酸化炭素の吸収

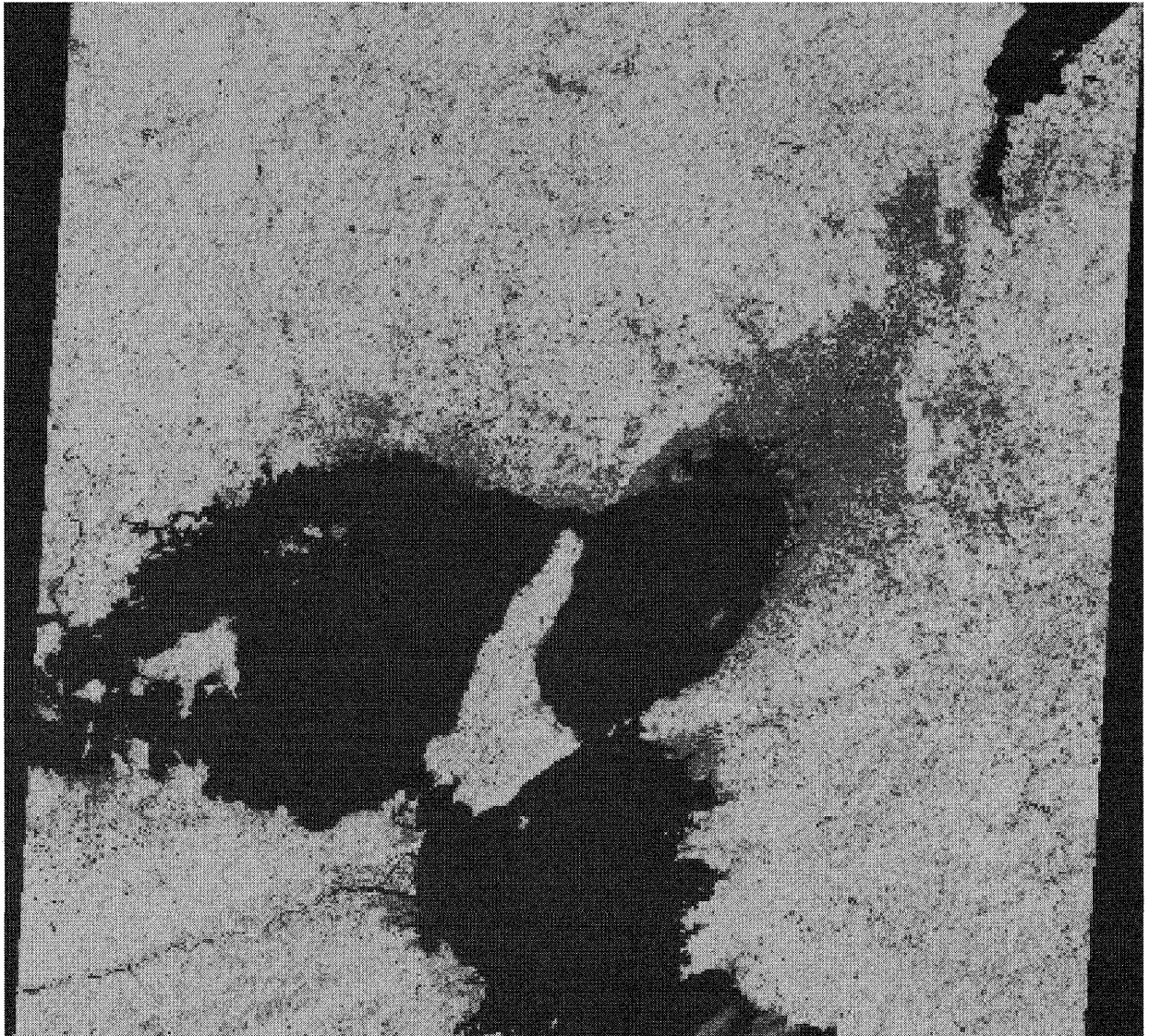
全国、奈良県及び大阪府の人口及び土地利用状況を表1に示す。土地利用区分の“その他”は湖沼、道路、商業地、工場用地を含む。表から明らかなように奈良県は77%が森林である。これは日本全国の森林林面積比率66.5%より多い。つまり奈良県の大部分は森林である。一方大阪府の森林は全国の森林比率の半分以下の31%である。

表1 人口及び国土利用状況（平成16年総務省統計局データより）

	全 国	奈 良 県	大 阪 府
人口（万人）	11,529	116	824
土 地	377,643 km ²	3,692 km ²	1,862 km ²
森 林	66.5%	77.0%	31.0%
農 用 地	12.8%	7.6%	7.9%
宅 地	4.8%	3.9%	23.8%
そ の 他	16.2%	11.5%	37.3%

図1は米国の地球観測衛星Landsatで観測した関西地域の画像である。地上被覆物による2000年8月25日の反射スペクトルデータを画像化したものである。原画像はカラーであるが、ここではグレーで表示されている。黒が水領域、濃いグレーがコンクリートや裸地、明るいグレーが植生である。原データの地上空間分解能は30 mなので、拡大すると、奈良文化女子短期大学キャンパス東側の三角池も

図1 地球観測衛星Landsat による関西の画像（2000年8月25日）



明瞭に識別できる。右上が琵琶湖、左下が大阪湾、その中に淡路島、関西空港が見える。大阪市は濃いグレーで覆われている。これはほとんどがコンクリートで植生が極めて少ないことを示している。その右から右下にかけてが奈良県で、一部を除きほとんどが植生である。日本全体がそうであるように、関西も全体として植生が多いことがこの図からよくわかる。

私たちの目は青、緑、赤つまり可視光線の3波長を識別している。一方、地球観測衛星の目（センサー）は赤外線も含め広い領域の波長を観測している。したがってこのデータを解析すれば土地利用状況

等を詳細に精度良く知ることができる。但し図1のデータは奈良県の南東部が切れているので、表1の土地利用データは総務省統計局の資料を使用した。

さて日本全体での植生による二酸化炭素の吸収は年間どれくらいだろうか。参考文献1)、2)によると $1,240 \pm 260$ 百万 $t_CO_2/year$ である。植生の種類による差、また同じ植生でも緯度による多少の差がある。しかし光合成は主に雨量、日照時間及び温度に左右される。気温が暑すぎても寒すぎても光合成効率は低下する。日本の緯度範囲では全体として地域差は少ないと推定される。表1の土地被覆の植生比率を用いて全国、奈良県及び大阪府の植生面積で日本の植生による二酸化炭素吸収量を比例配分した結果が表2である。奈良県は大阪府の約5倍の二酸化炭素を吸収している。

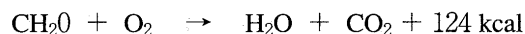
表2 植生による二酸化炭素の吸収量 (百万 $t_CO_2/year$)

	全 国	奈 良	大 阪
植生による吸収量	1,240	14.0	2.8

尚、広葉落葉樹の葉 $1 m^2$ 当たりの二酸化炭素吸収量は約 $3.2 kg_CO_2/year$ である (参考文献3)。葉を1辺100mの正方形に敷き詰めると年間32トン $_CO_2/year$ の二酸化炭素を吸収する。

2 奈良県での二酸化炭素の排出量

まず、我々人間一人当たり生命維持のために年間どれだけの二酸化炭素を排出するだろうか。我々は生命維持活動のために一日約2,000 kcal 必要である。呼吸によるエネルギー消費はよく知られているように下記に示す光合成の逆反応である。二酸化炭素44gを排出して124 kcal のエネルギーが得られる。



呼吸による人の二酸化炭素の排出量は

一人当たり年間 260 $kg/year$

従って1日当たりの二酸化炭素の排出量は710g である。1年当たりでは260 $kg/year$ である。この二酸化炭素を吸収するには約 $80 m^2$ (約9m四方) の面積の葉があれば十分である。

次に、我々の呼吸以外に家庭で使うエネルギー起源の二酸化炭素排出量はいくらだろうか。また産業も含め日本全体でどれぐらいのエネルギー起源の二酸化炭素を排出するだろうか。表3に部門別の全国、奈良県及び大阪府のCO₂排出量を示す。全国と奈良県のデータについては平成15年環境省調べ及び奈良県生活環境部環境政策課資料より、大阪府のデータについては大阪府地球温暖化対策地域推進計画資料（平成9年度データ）による。まず家庭から排出される二酸化炭素は奈良県では一人当たりで換算して1.27 t_{CO₂}/yearである。日本での全国平均は、一人当たり換算で1.47 t_{CO₂}/yearである。奈良市は全国平均より14 % 程低い。大都市ほど家庭からの一人当たり排出量が多くなる。

産業も含め日本全体での二酸化炭素排出量は、一人当たりの年間排出量に換算して9.57 t_{CO₂}/yearとなる。産業や運輸から排出される二酸化炭素が日本の二酸化炭素排出量の大部分を占めることがわかる。ちなみに家庭から出る二酸化炭素は全体の15 % 程度であり、私たちの呼吸で排出する量は2.7 % にすぎない。

表3 全国、奈良県及び大阪府のCO₂排出量

部 門	全 国	奈良県	大阪府
	百万 t _{CO₂} / year	万 t _{CO₂} / year	
産 業	478	121.5	2,380
運 輸	260	164.9	863
業務その他	196	124.3	898
家 庭	170	147.1	1,047
合計	1,104	557.8	5,188
一人当たり	9.57 t _{CO₂} / year	4.81 t _{CO₂} / year	6.27 t _{CO₂} / year

奈良県が全国と比べ大きく異なる点は、産業部門が家庭部門より少ないことである。この事は工業生産よりも消費中心の県であることを示している。一人当たり換算の排出量も全国平均の約半分である。大阪府の一人当たり換算の排出量が全国平均より少ないのは驚きである。一人当たり換算排出量でみる限り、全国平均が大阪府よりも産業化、都市化していることになる。さて、大阪府の二酸化炭素の排出量は奈良県のそれよりほぼ一桁多い。この都市部の二酸化炭素を吸収しているのが奈良県などの森林である。

3 奈良県での二酸化炭素の吸収量と排出量の収支バランス

表2、表3に基づき、奈良県の二酸化炭素の吸収量と排出量を比較してみよう。森林による二酸化炭素の総吸収量が14.0百万t_{CO₂}/yearであるのに対し総排出量は5.6百万t_{CO₂}/yearである。奈良県の排出量は吸収量の40%である。これに対して大阪府は、森林による二酸化炭素の総吸収量が2.8百万t_{CO₂}/yearであるのに対し総排出量は51.9百万t_{CO₂}/yearであり、排出量は吸収量の1,850%、つまり18.5倍である。

一方日本全体としては、森林による二酸化炭素の総吸収量が1,240百万t_{CO₂}/yearであるのに対し総排出量は1,104百万t_{CO₂}/yearである。日本全体としては排出量は吸収量の89%であり、二酸化炭素収支はバランスがとれている。つまり大阪府などの大都市は奈良県などの山林による吸収で二酸化炭素収支のバランスを保っていることになる。国土の2/3が森林で、かつ水が豊富で温暖な気候という国は世界でも稀である。緑豊かな日本の国土環境を大事にし、その自然の中で豊かな心を育むことができれば、経済（お金）重視の生活スタイルから、心の豊かな、品位のある生活に変わって行くのではないか。

4 保水と森林

森林は土壌の保水能力を高める。森林がなければ雨は鉄砲水となって一気に川に流れ海に注ぐ。地下水も枯れる。奈良県の森林の62%は杉と檜の人工林である。人工林は、枝打ちや間伐などの手入れをしないと徐々に保水力を失う。それは杉や檜がしっかり根を張って育つことができなくなること、太陽の光が地面に届かず、草や灌木が生えず、土壌がむき出しになってしまうことによる。残念ながら奈良県の林業は生業としては成り立たない。その為跡継ぎもなく森林は荒れたままになっているのが実情である。

このような状況は奈良県に限ったことではない。林業は採算が合わず、人工林の多くは手入れが行きとどかず荒れ果て、木材価値がなくなるだけでなく山崩れの危険を拡大しているのが日本の現状である。後継者は都会に移り、過疎と高齢化が進むなかで、村には学校も病院もなくなり、廃村の危機に見舞われているところも少なくない。このことは、林業を経済価値としてしか見てこなかった結果と言える。森林は治水、砂防、水源の保全、農漁業への役割、森林浴、空気浄化や景観など国土環境保全の役割を果たしているのである。

現在環境省や各都道府県で環境税や水源保全基金としての水源税導入が検討されている。環境税は、最初インセンティブ税制として北欧、オランダ、ドイツなどで導入された。これは化石燃料に課税する炭素税であり、化石燃料によるCO₂の排出を抑制していくという効果を期待した税制である。この意味で排出課税とも言われ、CO₂の排出だけでなく水の汚染物質の排出なども含まれる。水や空気を浄化する費用を汚染者に掛ける課税金である。一方、日本で検討されている環境税は、温室効果ガスの排出量に応じ、工場や企業、家庭などから幅広く負担を求めるなど、公平性、透明性、確実性のある施策

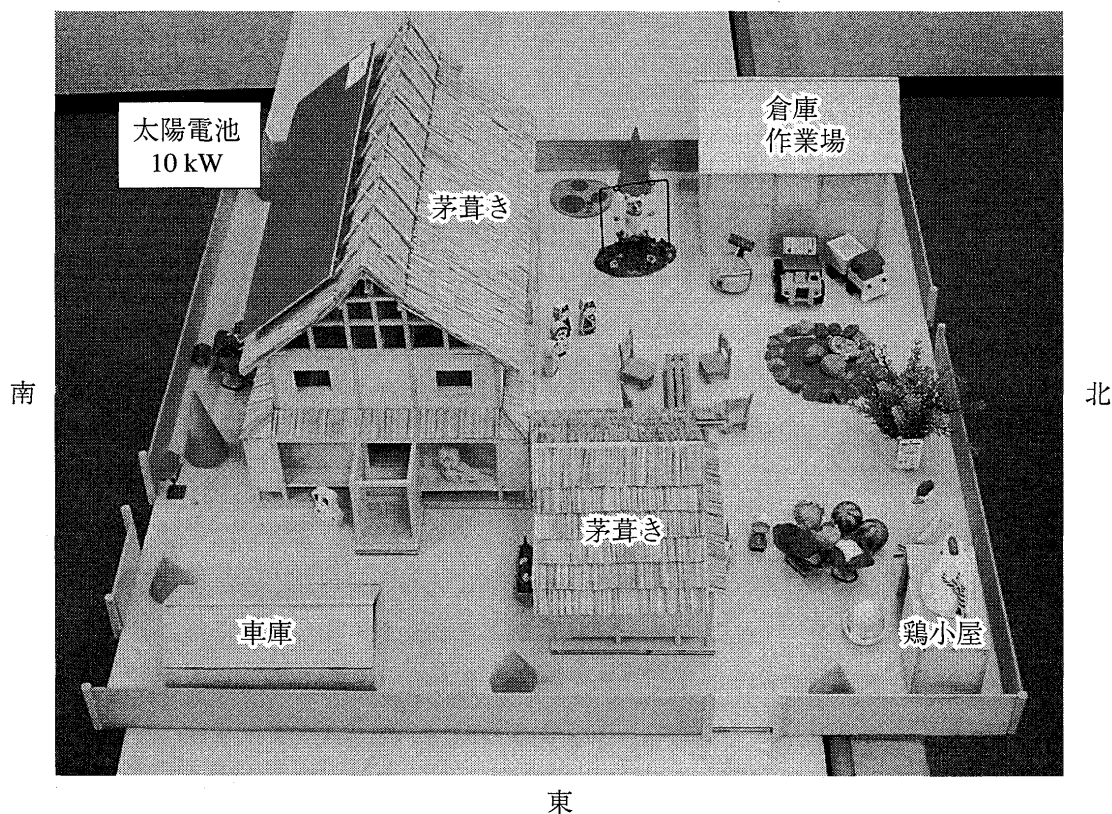
がその内容である。また水源税は浄化の費用に当てるというよりは森林保全を通じて河川の水質浄化と水源保護に役立てることを目的にしている。取り組みが遅れた日本は、利用者が自発的に環境保全のための税金を作って、環境保全のための支出に充てていこうというのが特徴である。

森林整備や環境保護を目的にした税の導入を23余りの都道府県で検討している。奈良県も同様に小規模ながら県内で既に実施している。環境税及び水源税を山村に投じて、温暖化効果ガスの吸収や保水を計画的、永続的に行うことができるように、山村の生活が成り立つように、そして若者が進んで跡継ぎを引き受けることが出来るようにするのが急務であろう。表2、表3からわかるように、二酸化炭素の吸収を受け持っているのが奈良県などの山村であり、二酸化炭素を放出しているのが大阪などの都市部である。環境税や水源税は各都道府県を越えて都市から山村に資金が注入される方式でないと意味がない。このことによって文化的で持続的な社会が維持できるのである。「現在の利益」のみを考える時代から「将来にわたる利益」を考える時代に移ってきているのである。

5 共生循環型社会の家族生活モデル

ここでは将来の共生循環型社会（参考文献4）の家族生活モデルを提示する。このモデルは昨年度の環境教養学科1回生のエコリベラルアーツ論演習で行われた内容の一部である。図2は学生が制作した模型、図3がその配置図である。模型の母屋及び離れは、1、2階及び屋根を分離できるように作られ

図2 家屋と庭の模型

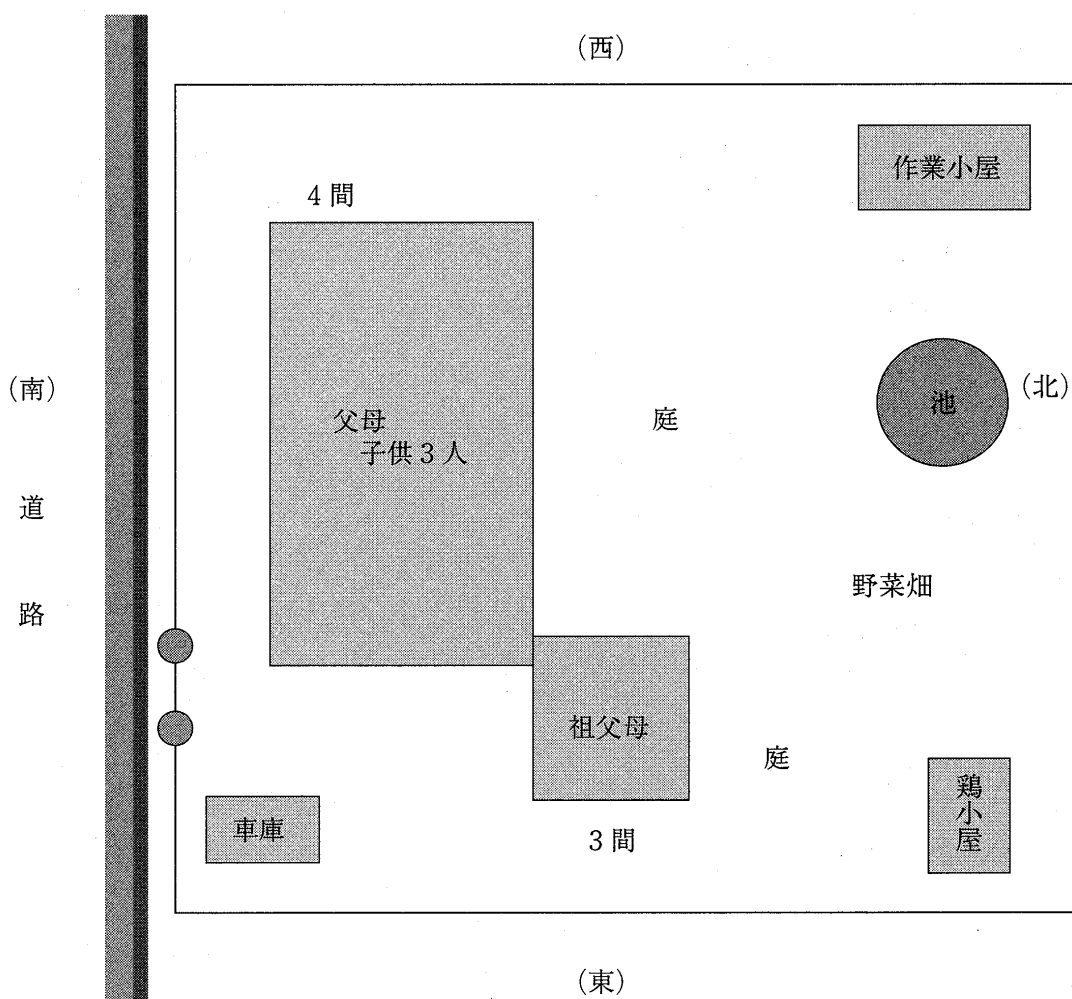


ている。尚、母屋と離れは廊下でつながっている。モデルの主な特徴は次の4点である。以下では家族構成員の呼び方を、子を中心に父母、祖父母などと呼ぶことにする。

1) 3世代そろった大家族

現在、日本の都市部または都市開発された地域に住む家族のほとんどが核家族である。仕事の関係で3世代そろった生活は難しいのが現状である。さらに父だけでなく母もパートで働いており、それぞれがバラバラの生活を余儀なくされている場合が多く、家族の一体感が薄れている。また伝統や習慣が次の世代に伝わりにくい。このモデルでは3世代家族、つまり祖父母、父母、子供3人（長女高1、長男中1、次男小3）の7人家族を想定し、子供も一緒に仕事を分担して家族を支えている。他に犬1、猫2が同居している。図2で、母屋の1階東半分が子供達、2階が父母、東の離れが祖父母の部屋である。さらに1階に神仏の間があり、家族の絆の支えとなっている。また1階、2階ともに家族共通の広間を設けている。

図3 家屋と庭の配置図

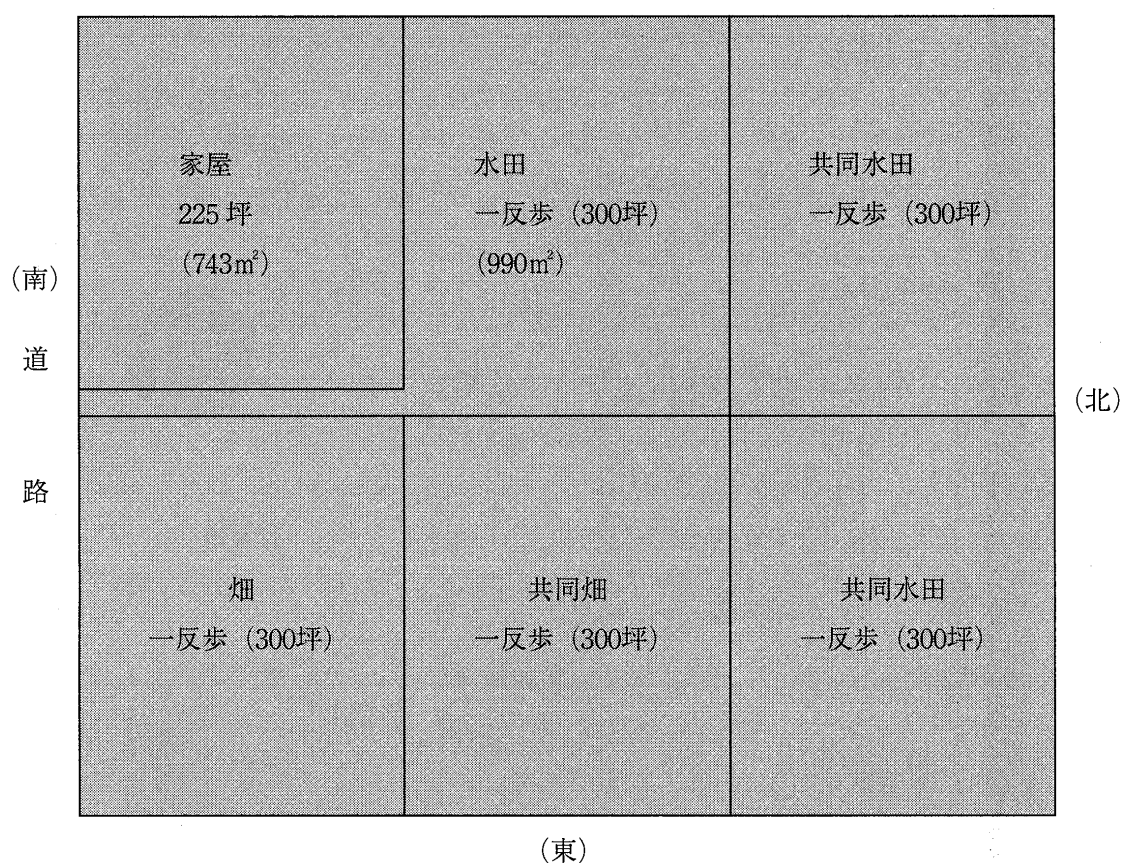


2) 食糧の半自給生活

現在、日本の食糧自給率はカロリー換算で40%を割っている。すでに触れたように、経済のグローバル化（自由化）により日本の農林業は成り立たなくなっており、跡継ぎもいない。世界の食糧生産または食糧の流通に何らかの異変が起これば、日本は、先進国の中で真っ先に食糧危機にさらされる。ちなみに先進国のほとんどは食糧の自給または食糧を輸出している。日本の“水が豊富でかつ温暖な気候”を活かした食糧生産を引き継いで行く一例として、食糧を自給する家族をモデル化した。この家族には図4に示すように代々伝わってきた水田3反歩、畑2反歩がある。うち水田1反歩、畑1反歩は自作し、他は近所の人達と共同経営をし、その指導に当たっている。農機具は地域共有である。主食や野菜だけでなく養鶏を行いタンパク源である卵などを自給している。

田畑だけでは経済的に成り立たないので、父は常勤のサラリーマンであり、会社の会計を担当している。ほとんどが電子書類となっており、大部分の仕事は高速ネットワークを通して自宅で仕事ができる。会社に出るのは週2日だけであり、農業と両立できる条件が整っている。また母もアルバイトとしてインターネットを介した環境保全分野の設計の仕事をしている。田畑の仕事も分担している。

図4 家屋と田畑の配置



田畑の所有面積が少ないのは、多くの家族がサラリーマンでありながら食糧生産の一部を分担するモデルを想定したものである。集中型大規模農業ではなく分散型農業である。この方式は農林業の跡継ぎ問題の解決に大きく貢献すると予想される。

3) 家族の絆、地域の絆を大事にする生活

祖父母は子供達の世話をするとともに、助けの必要な近所の老人の世話や、幼稚園の子達に昔話を聴かせたり遊び相手をするなど、地域通貨制度に基づいたボランティア活動をしている。子供達も鶏、犬、猫の世話、掃除などを分担している。特別な事がないかぎり、朝と夜は家族一緒に食事をする。テレビなどを見る時間は家族全体で1日3時間以内と決めている。このように父母の活動、祖父母の活動を通して家族の絆、地域の絆が生まれ、また伝統も世代を超えて伝わるシステムになっている。

4) 科学技術を活用し自然との調和を目指す生活

まずはゴミの完全循環を目指す。そのため、どうしても必要なもの以外は購入しない、プラスチック等循環しないものはなるべく使わない、下水の一部は化学処理して肥料とし、他は浄化槽を通して自然に還す、電力の70%は10kW出力の太陽電池(図1の屋根南側)で賄う、茅葺き屋根で通気性の良い住居とし、冷房は使わない、等々である。また雨水は貯水してお風呂やトイレの水として使う。

このモデルは農業を地域で支えながら文化的で豊かな生活を維持し、将来にわたって持続可能な社会を目指したものである。老若男女支え合いながら生活する社会モデルの家族版である。科学技術の進歩、インターネットの普及などにより、このモデルは高い現実性をもっていると考えている。

6 まとめ

奈良県の二酸化炭素吸収量は大阪府の5倍、その排出量は1/9である。荒廃しつつある山村を環境税や水源税で都市から山村に還元し、森林の保全や保水に当てることが将来の共生循環型社会につながる。近い将来、経済重視の社会から生活重視の社会へ、中央集中型社会から地域分散型社会に移行すると予想される。地産地消、地域通貨、各家庭でのゴミ処理と循環等がその典型的な例である。本論文で述べた「共生循環型家族モデル」が将来の家族規範となれば幸いである。

謝 辞

共生循環型社会の家族モデルを作り、その模型を制作した奈良文化女子短期大学環境教養学科の学生、上羽根美規子、中島宏美、藤田都及び村上夏野達の努力、またそれを支えて頂いた同学科の磯辺ゆう、松田親典、吉村日出東及び阪元勇輝の各先生方に深く感謝します。二酸化炭素の吸収に関するデータは地球観測衛星ADEOS-IIデータの解析により得られたものである。この解析を支援して頂いた宇宙開発事業団(現宇宙航空研究開発機構(JAXA))及びその他多くの方々に対して深く感謝します。

参 考 文 献

- 1) 藤原 昇 (2005)
「地球観測衛星データを用いた全球植生一次生産量推定法の研究」
奈良文化女子短期大学紀要第36号 (2005)
- 2) Yan XIONG (2005)
"A Study of Algorithm for Estimation of Global Terrestrial Net Primary Production
using Satellite Data"
Doctor Thesis, The Division of Integrated Sciences, Nara Women's University 2005
- 3) Sinobu Furumi, Yan Xiang and Noboru Fujiwara (2005)
"Establishment of an Algorithm to Estimate Canopy Photosynthesis
by Pattern Decomposition using Multi-Spectral Data"
J. of Remote Sensing Society of Japan, Vol. 25, No. 1, pp.47-59,2005
- 4) 藤原 昇、池原健二、磯辺ゆう (2004)
「自然学」－自然の共生循環を考える－
東海大学出版会