



# 岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

## 果樹園生態系における炭素シーケストレーション機能の評価

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 関川, 清広 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/2324">http://hdl.handle.net/20.500.12099/2324</a>

氏名(本国籍)	関川清広(神奈川県)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	農博乙第80号
学位授与年月日	平成15年9月12日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	果樹園生態系における炭素シーケストレーション機能の評価
審査委員会	主査 岐阜大学 教授 小泉 博 副査 信州大学 教授 吉田 利男 副査 静岡大学 教授 澤田 均 副査 岐阜大学 教授 秋山 侃

### 論文の内容の要旨

果樹園生態系の炭素循環・収支は、土壌だけでなく果樹も炭素を貯留できる点や、果樹とともに下層植生も生態系に炭素を供給する点で、畑地や水田と異なることが期待される。しかし、果樹園生態系の炭素循環・収支はほとんど研究されていない。そこで、甲府盆地北東部(山梨市)に位置するブドウ園(棚仕立て果樹園)およびそれに隣接するモモ園(立木仕立て果樹園)を対象に、1998年9月から2000年12月まで以下の調査を行い、果樹園の炭素循環および炭素シーケストレーション機能を明らかにした。さらに、両果樹園間および果樹園と他の農地生態系等との炭素シーケストレーション機能の比較を試みた。

果樹と下層植生の純一次生産(NPP)を明らかにするため、果樹幹枝と果樹根生長量( $Ta$ と $Tu$ )、果樹成葉量、果樹地上部および地下部リター量、果樹剪定枝量(≒当年枝量)、果実収穫量、下層植生量を測定し、一部については文献により推定した。これらのうち、剪定枝と果実は果樹園から持ち出され、果樹と下層植生のリター( $LT$ と $LF$ )は果樹園土壌に供給される。果樹園土壌への人為的炭素供給量( $A$ )として、施肥量と園内に放置される果実用紙袋量も調査した。土壌からの炭素放出量である土壌呼吸速度( $R_s$ )を通気式-IRGA法によって測定し、土壌呼吸速度と地温との関係式から年間の $R_s$ を求めた。文献値に基づいて、 $R_s$ を植物根呼吸量( $R_r$ )と微生物呼吸量( $R_h$ )に分けた。また両園の土壌炭素貯留量を明らかにするため、2000年2月に、表層から深度60cm(ブドウ園)または75cm(モモ園)まで、採土管を用いて10~20cm間隔で土壌を採取した。これらの調査終了後、両園において、果樹の炭素貯留量を明らかにするために樹木を採取した。乾燥、秤量後に、植物および土壌サンプルの炭素含量を、全自動炭

素窒素分析計を用いて定量した。

果樹の炭素貯留量は、ブドウ園で  $6,759 \text{ g C m}^{-2}$ 、モモ園で  $18,490 \text{ g C m}^{-2}$  となり、温帯林の 1/5 以下と著しく少なかった。これは森林に比べて果樹園では、低栽植密度と低樹高により炭素プールの規模が小さく、剪定と収穫による持ち出しが炭素貯留量の 10~30% に達することによる。

果樹の *NPP* は、ブドウ園で  $343\sim 369 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園で  $468\sim 709 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  であり、それらのうち、5~10% が樹体に残り、40~60% がリターとして土壤に供給され、30~50% が収穫果実および剪定枝として人為的に系外に持ち出された。農地生態系における作物の *NPP* は、持ち出し量も含めると、低い順に、本研究のブドウ園  $\ll$  一毛作畑地  $\ll$  本研究のモモ園  $\ll$  二毛作畑地と水田となる。さらに、畑地や水田には見られない下層植生の *NPP* (ブドウ園  $219 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園  $635 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ ) を加えると、果樹園生態系全体の *NPP* は、ブドウ園では  $562\sim 588 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園では  $1103\sim 1346 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  となった。ブドウ園全体の *NPP* は二毛作畑地よりやや低いかそれに匹敵し、モモ園全体の *NPP* は水田の 1.5~1.8 倍となり、果樹園生態系の生産力は農地生態系としてはもっとも高く、さらに、温帯林の *NPP* と比較しても最高値に匹敵することが明らかとなった。果樹園の年間  $R_s$  を温帯域の畑地の平均値 (約  $460 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ ) と比べると、ブドウ園では  $423 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  とやや低く、モモ園では  $1,065 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  と 2 倍以上であった。これらの果樹園を含めた温帯の樹木作物生態系における年間  $R_s$  は、平均  $680 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  と推定され、この値は温帯林の年間  $R_s$  に匹敵する。土壤への総炭素供給量 (ブドウ園  $401 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園  $1153 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ ) のうち、果樹由来は 20~30%、下層植生由来が 50% 余り、施肥など人為的供給が 10~20% であった。ブドウ園に比べ、モモ園の方が果樹の炭素貯留量と *NPP* が大きいのは果樹密度の差異により、 $R_s$  や下層植生の *NPP* が大きいのは樹冠構造による下層光環境の違いと施肥量の違いによると推察された。

$R_h$  を年間  $R_s$  の約 1/2 と仮定すると、土壤炭素収支 ( $SCS=LT+LF+A-R_h$ ) は、ブドウ園で  $179\sim 238 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園で  $592\sim 809 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  と、いずれも大きな炭素蓄積を示し、両園の土壤は炭素シンクであることが明らかとなった。果樹園土壤が炭素シンクとなるのは下層植生による炭素供給が大きいためであり、このような作物以外の植物による土壤への炭素供給 (総供給量の約 1/2) は、畑地や水田には見られない特徴である。この結果、果樹園の生態系純生産 ( $NEP=Ta+Tu+SCS$ ) は、ブドウ園で  $263\sim 349 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園で  $735\sim 1193 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  となった。ブドウ園の *NEP* は冷温帯林に、モモ園の *NEP* は暖温帯林に匹敵することが明らかとなった。農地生態系には、土壤炭素収支が負 (畑地; 炭素ソース)、または均衡状態 (水田や桑園) という 2 タイプが知られてきた。本研究の結果により、新たに土壤炭素収支が正 (炭素シンク) である生態系 (果樹園) を加えて、土壤炭素収支の見地から農地生態系は 3 タイプに分けられると結論される。

関川清広氏の学位論文は、ブドウ園（棚仕立て果樹園）とモモ園（立木仕立て果樹園）を対象に、果樹園生態系の炭素循環および炭素シーケストレーション機能について明らかにするとともに、果樹園と他の農地生態系や森林との炭素循環・収支の比較・議論を行ったものである。本研究で得られた知見は以下の通りである。

果樹と下層植生の純一次生産 ( $NPP$ ) を明らかにするため、果樹幹枝と果樹根生長量 ( $Ta$  と  $Tu$ )、果樹成葉量、果樹地上部および地下部リター量、果樹剪定枝量 ( $\equiv$  当年枝量)、果実収穫量、下層植生量を測定し、一部については文献により推定した。

果樹の炭素貯留量は、ブドウ園で  $6,759 \text{ g C m}^{-2}$ 、モモ園で  $18,490 \text{ g C m}^{-2}$  となり、温帯林の  $1/5$  以下と著しく少なかった。これは森林に比べて果樹園では、低栽植密度と低樹高により炭素プールの規模が小さく、剪定と収穫による持ち出しが炭素貯留量の  $10\sim 30\%$  に達することによる。

果樹の  $NPP$  は、ブドウ園で  $343\sim 369 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園で  $468\sim 709 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  であり、それらのうち、 $5\sim 10\%$  が樹体に残り、 $40\sim 60\%$  がリターとして土壤に供給され、 $30\sim 50\%$  が収穫果実および剪定枝として人為的に系外に持ち出された。農地生態系における作物の  $NPP$  は、持ち出し量も含めると、低い順に、本研究のブドウ園  $\equiv$  一毛作畑地  $<$  本研究のモモ園  $<$  二毛作畑地と水田となる。さらに、畑地や水田には見られない下層植生の  $NPP$  (ブドウ園  $219 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園  $635 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ ) を加えると、果樹園生態系全体の  $NPP$  は、ブドウ園では  $562\sim 588 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園では  $1103\sim 1346 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  となった。ブドウ園全体の  $NPP$  は二毛作畑地よりやや低いかそれに匹敵し、モモ園全体の  $NPP$  は水田の  $1.5\sim 1.8$  倍となり、果樹園生態系の生産力は農地生態系としてはもっとも高く、さらに、温帯林の  $NPP$  と比較しても最高値に匹敵することが明らかとなった。土壤への総炭素供給量 (ブドウ園  $401 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園  $1153 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ ) のうち、果樹由来は  $20\sim 30\%$ 、下層植生由来が  $50\%$  余り、施肥など人為的供給が  $10\sim 20\%$  であった。

土壤炭素収支 ( $SCS = LT + LF + A - Rh$ ) は、ブドウ園で  $179\sim 238 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園で  $592\sim 809 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  と、いずれも大きな炭素蓄積を示し、両園の土壤は炭素シンクであることが明らかとなった。果樹園土壤が炭素シンクとなるのは下層植生による炭素供給が大きいためであり、このような作物以外の植物による土壤への炭素供給 (総供給量の約  $1/2$ ) は、畑地や水田には見られない特徴である。この結果、果樹園の生態系純生産 ( $NEP = Ta + Tu + SCS$ ) は、ブドウ園で  $263\sim 349 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ 、モモ園で  $735\sim 1193 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$  となった。農地生態系には、土壤炭素収支が負 (畑地; 炭素ソース)、または均衡状態 (水田や桑園) という 2 タイプが知られているが、本研究の結果により、新たに土壤炭素収支が正 (炭素シンク) である生態系 (果樹園) を加えて、土壤炭素収支の見地から農地生態系は 3 タイプに分けられると結論される。

尚、関川清広氏の学位論文に関係して、学術誌に発表されて論文は以下の通りである。  
学位論文の基礎となる学術論文

- Sekikawa, S., T. Kibe, H. Koizumi & S. Mariko (2003) Soil carbon sequestration in a grape orchard ecosystem in Japan. *Journal of the Japanese Agricultural Systems Society*, Vol. 19 (2) (in press).
- Sekikawa, S., T. Kibe, H. Koizumi & S. Mariko (2003) Soil carbon budget in peach orchard ecosystem in Japan. *Environmental Science*, Vol. 16 (2): 97-104.
- Sekikawa, S., H. Koizumi, T. Kibe, M. Yokozawa, T. Nakano & S. Mariko (2002) Diurnal and seasonal changes in soil respiration in a Japanese grapevine orchard and their dependence on temperature and rainfall. *Journal of the Japanese Agricultural Systems Society*, Vol. 18 (1): 44-54.

## 既発表学術論文

- Mariko S., T. Kibe, S. Sekikawa, M. Hirota, N. Kinoshita, K. Mochizuki & T. Oikawa (2003) *In situ* measurement of soil respiration using the open-top chamber technique. *Journal of the Japanese Agricultural Systems Society*, Vol. 19 (2) (in press).
- Ishida, A., T. Nakano, S. Sekikawa, E. Maruta & T. Masuzawa (2001) Diurnal changes in needle gas exchange in alpine *Pinus pumila* during snow-melting and summer seasons. *Ecological Research* Vol. 16 (1): 107-116.
- Mariko, S., N. Nishimura, W. Mo, Y. Matsui, M. Yokozawa, S. Sekikawa & H. Koizumi (2000) Measurement of CO<sub>2</sub> fluxes from soil and snow surfaces with open dynamic chamber technique. *Environmental Science*, Vol. 13 (1):69-74
- 関川清広, 中島浩一, 高畑賢一, 武井和人, 木部剛, 小泉博, 鞠子茂 (1999) ブドウ園における土壌呼吸測定システムの構築と測定. 玉川大学農学部研究報告 39 巻: 1-10.

以上について, 審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値のあるものと認めた.