

## 途上国における気候変動対策としてのアグロフォレストリーの効果 Effect of agroforestry in developing country as adaptation to climate change

○松原英治, 渡辺 守, 白木秀太郎

Matsubara Eiji, Watanabe Mamoru, Shiraki Shutaro<sup>1</sup>

### 1. はじめに

アグロフォレストリー (AF) は、農地と林地を組み合わせた農林業で、樹木に炭素を隔離できることから、気候変動に対応した土地利用方法として注目されている。とくに途上国の小規模農家において、農業生産を損なわずに、生活に必要な薪、木材等の直接的な利益のほか、土壌侵食防止、防風、家畜の庇陰等の間接効果が得られ、炭素クレジットの対象とすることで追加的な収入が確保可能なものとして期待された。植林の CDM<sup>2</sup>事業では、2014年3月現在、UNFCCC に登録された 52 件の事業のうち 9 件は AF を取り入れ、うち 6 件がラテンアメリカに位置する。また AF として 4 件は林畜複合を含んでいる。

登録された CDM 事業の AF には、(1)樹間に作物を作付けるもの (パラグアイ、コンゴ民主共和国、コスタリカ) だけでなく、(2)コーヒー (コロンビア)、果樹 (インド)、パラゴム (コロンビア) という、果実または樹液からの利益を確保するものがある。ただし、2014年3月現在、炭素クレジットを取得できた AF を含む CDM 事業は、パラグアイとコスタリカの 2 件しかない。コスタリカでは、事業者から農家に「環境サービスへの支払い」が行われたが、パラグアイでは受益者負担を原則に、苗木の無償提供しか行われていない。AF の植栽密度は、コンゴ民主共和国のアカシアの事例 (1,111 本/ha) を最大として、ボリビア (833 本/ha) 以外は 100~600 本/ha であった。

ここでは、パラグアイの植林 CDM 事業の AF について、その効果を評価する。

### 2. アグロフォレストリーにおける炭素蓄積及び作物生産

パラグアイの植林 CDM 事業において、AF を計画した農家は 80 戸、82 区画、52.4 ha であった。事業では AF 用樹種として、生育が早く家具用にも使用されるグレビレア (*Grevillea robusta*) を選定し、植栽間隔 5×4 m (500 本/ha) を推奨した。農家へ AF を普及するため、2007 年より展示圃場 (約 1.5ha) において、AF の試験を開始した。植栽を実施した 2007~2009 年は、夏期に干ばつが発生し、農家の植林地に大きな被害を及ぼしたが、管理された展示圃場での樹木の生育は順調であった。図 1 に事業で設定した成長シナリオと実際の成長量の比較を示す。展示圃場では計画の 6 倍の炭素蓄積が見られた。成長シナリオでは AF ではなく、単層林の標本の年輪分析を基礎としたので、AF とすることで、樹間が広く、除草が十分に行われたことから木の成長が促進された。一方、農家の植林地では、植林前の炭素蓄積量 (約 10tC/ha) を上回るものは 2012 年時点で 6 戸 (5.0ha、11.5~30.7tC/ha) に過ぎず、これ以外の農家の AF 植林地は大幅に生育が遅れていた。最終的には、植林後 5 年経過した純人為的炭素隔離量は AF 全体で 5tC 程度に過ぎなかった。

<sup>1</sup> (独)国際農林水産業研究センター Japan International Research Center for Agricultural Sciences  
キーワード: アグロフォレストリー、CDM、小規模農家

<sup>2</sup> Clean Development Mechanism の略。京都議定書において定められた京都メカニズムの 1 つで、先進国が技術や資金を提供し開発途上国で温室効果ガス削減プロジェクトを行った場合、そのプロジェクトによって削減された温室効果ガス相当量を、一定の認証手続きを得て取引できる制度。

展示圃場では、2011年には樹冠がかなり閉塞し、日射量不足による作物の生育の劣化が見られた。このため50%の列状間伐により、10×4 m(250本/ha)の密度へ仕立て、間伐の効果を検証した。この結果、平均積算日射量は、間伐実施区では対照区に比べ約90%高く、樹間で栽培していたルーピンの収量は、間伐区で近隣の農家圃場と同程度であったが、対照区は30%の減収となった。

2011年に実施したAF農家28戸を対象とした聞き取り調査では、苗木の植栽以降、AF圃場にはキャッサバ、トウモロコシなどの自家消費作物が主に作付けられ、75%の農家は収量に変化はないか、若干増加したと回答した。ただし30%の農家は翌年からは作物栽培をやめると回答し、その主な理由として日射量不足をあげた。

### 3. アグロフォレストリーの効果

パラグアイの植林CDM事業では、AFの導入を推奨したことにより、小規模農家の植林事業への参加が拡大した。しかし、AFでは植栽密度が低いため、単位面積当たりの炭素蓄積量は小さく、取引費用<sup>3</sup>に見合う炭素クレジットの獲得には全く貢献しなかった。一方、農家にとってAFは、作物生産を継続可能で、樹木からの利益も得られるので有利であった。樹木の成長で樹冠閉塞が生じても、列状間伐で樹間を広げ、間伐材からの収入を確保し、500本/haから、250本/haへ、将来的には125本/haへ密度を減少させることで作物生産を持続させることが可能なことが分かった。

農家の中には、AF圃場で作物生産をやめて放牧地とし、林畜複合システムに転換した事例も見られた。とくにユーカリ単層林では、当初はAFを予定しなかったにもかかわらず、AFとして作物を栽培し、2年程度経過後、樹高が3m近くなってから家畜をAF植林地に入れ、放牧地として利用する例が頻繁に見られた。夏期は高温となるため、放牧地内の林地は家畜の庇陰用としての効果が大きい。市場条件にもよるが、パラグアイ国内で柑橘類単独あるいは木材用樹木の混植による果樹型のAFとして成功している事例もあった。

AFは炭素クレジット向けの事業としては不経済だが、農家の経営改善等には有益なことが分かった。とくに樹木の成長に合わせ、列状間伐によるAFの継続、作物生産の限界後の林畜複合への転換により、長期的に林地が維持され、林地の効果（炭素蓄積、土壌侵食防止、防風、庇陰、景観の改善等）が発揮されることは、環境改善にも有益であった。

<参考文献> Matsubara. 2014. "Evaluation of an Afforestation/Reforestation Clean Development Mechanism Project Involving Small-scale Farmers in Paraguay." The University of Tsukuba.

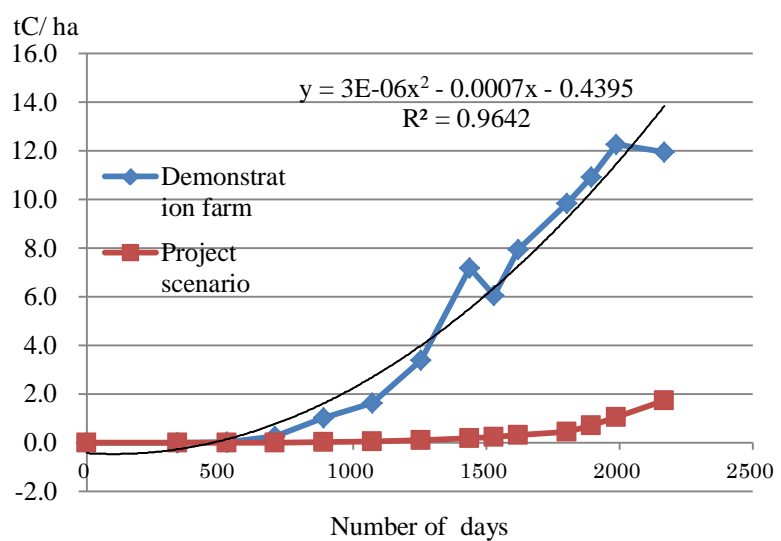


図1 展示圃場における *Grevillea robusta* の単位面積当たり炭素蓄積量の変化。植栽後1,500日及び2,100日に間伐を実施。

<sup>3</sup> CDM事業化及び炭素クレジットの取得に必要な現地調査、プロジェクト設計書作成、モニタリング、指定運営組織による有効化審査、検証、UNFCCC手続き等に必要な経費。