

西アフリカ・サヘル地域における砂漠化メカニズムの解明と 省力的砂漠化対処技術の開発および普及

伊ヶ崎 健大 (国際農林水産業研究センター)

ikazaki@affrc.go.jp

要旨

西アフリカ・サヘル地域は砂漠化の最前線として知られ、貧困問題や環境問題が複雑に入り組み混迷の度合いを強めつつある。砂漠化の危機が叫ばれてから 30 年余り、砂漠化対処条約が批准されてから約 20 年が経過したが、依然として経済面でも労働力面でも余裕のない現地の農民の実情に即した対処技術はなく、また砂漠化メカニズムについても未だその詳細は不明である。本研究は、この閉塞した状況を打開するものである。即ち、これまで全容が不明であったサヘル地域での砂漠化メカニズムを解明し、それに基づき現地の農民が“何もしない”ことで実施できる新たな省力的砂漠化対処技術「耕地内休閒システム」を開発し、その有効性を実証した。さらに、「耕地内休閒システム」をサヘル地域で普及する際の最適な技術導入方法についても明らかにするとともに、現在までに本技術の約 90 村への普及にも貢献した。

はじめに

サヘル地域は、狭義にはサハラ砂漠南縁の年平均降水量が 200-600 mm の地域を指し、最貧国に数えられるセネガル、モーリタニア、マリ、ブルキナファソ、ニジェール、チャドの 6 ヶ国にまたがっている。そこでは食糧不足が慢性化しており、風食（風に起因する土壌侵食）に伴う砂漠化がその一因となっている。しかし、未だ風食による砂漠化メカニズムの詳細は明らかではない。また、現在までに様々な砂漠化対処技術（風食対策技術：畝立て、収穫後の作物残差によるマルチング、防風林や防風帯の設置など）が提案されており、その効果も実証されているものの、それらは現地の農民に更なる資本や労働力の投入を要求するため、経済面でも労働力面でも余裕のない彼らには採用されていない。そこで本研究では、①風食による砂漠化メカニズムの解明、②それに基づく現地の農民が実施可能な新たな省力的砂漠化対処技術の開発、③新たな省力的砂漠化対処技術「耕地内休閒システム」の最適な技術導入方法の特定を目的とした。

風食による砂漠化メカニズムの解明

まず、従来の風食測定装置が地表面付近の流量を測定できないこと、またサヘル地域で養分循環を大きく左右する粗大有機物（ここでは 0.2 mm 以上の土壌粒子と結合していない有機物と定義する）の流量も測定できないことから、それらが可能でかつ開発途上地域でも容易に作製できる新たな非吸引・埋設型の測定装置である Aeolian Materials Sampler (AMS : 図 1) を開発し、その有効性を風洞実験および国際半乾燥熱帯作物研究所 (ICRISAT) 西・中央アフリカ支所 (ニジェール共和国 : 東経 2°17' 北緯 13°14') での圃場試験により実証した^{1),2),3)}。

次に、ICRISAT 西・中央アフリカ支所において AMS と従来の非吸引・非埋設型の測定装置である Big Spring Number Eight (BSNE) sampler を用いた 3 年間の圃場試験を行い(図 2), 以下のことを明らかにした^{4),5)}. (a) サヘル地域の表層土は透水性が低く養分に乏しい“クラスト層”の上に透水性が高く養分に富む“ルーズな砂層”が数 cm 乗った構造になっているが, 風食によりその“ルーズな砂層”が年間 4-5mm ($60-80 \text{ Mg ha}^{-1}$) 飛散する, (b) それにより窒素量で $40-50 \text{ kg ha}^{-1}$ (作物吸収量の 2-3 倍) の養分が飛散する, (c) 風食による砂漠化が進行すると, “ルーズな砂層”が失われ“クラスト層”が露出することで, 土壌の物理性, 化学性, 生物性が悪化し, 作物収量が急激に減少する.

以上により, 風食による砂漠化メカニズムとは, この耕地からの“ルーズな砂層”の飛散であることが明らかとなった. またその一方で, 同圃場試験により (d) 飛散した“ルーズな砂層”は, 風下に幅 5m 以上の休閑地が存在した場合, そのほとんど (80-90%) が休閑地によって捕捉されることも明らかにした⁴⁾.

現地の農民が実施可能な新たな省力的砂漠化対処技術の開発

上記圃場試験の結果に基づき, 経済面でも労働力面でも余裕がなく, これまで提案されてきた砂漠化対処技術を採用できていないサヘル地域の農民でも実施可能な新たな省力的砂漠化対処技術として「耕地内休閑システム」を設計した(図 3)^{6),7)}. 本技術の概要は以下の通りである.

- ① 耕地内に風食を引き起こす砂嵐の風向(東風)に対して垂直に幅 5 m の休閑帯を複数作る. 休閑帯とは帯状の休閑地のことで, 播種と除草を“しない”ことで作成できる. つまり, 「耕地内休閑システム」は“何もしない”ことで実施できる技術である. 休閑帯は収穫後も耕地に残り, 乾季から次の雨季初期に多量の養分を含む風成物質(風によって運ばれる土壌粒子および粗大有機物)を捕捉する(風食抑制効果).
- ② 次の雨季に休閑帯を風上(東方向)に移動させ, 前年に休閑帯であった場所でも耕作を行う. これにより, 前年に捕捉した風成物質とそこに含まれる多量の養分を作物生産に利用できる(肥沃度改善効果および増収効果).
- ③ 上記②を反復する.

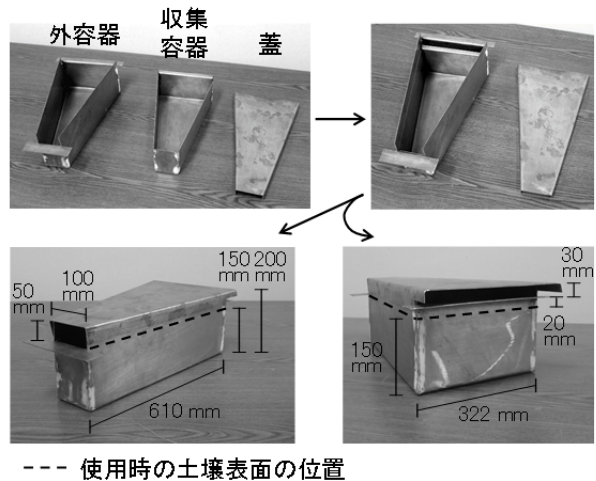


図 1 新たな風食測定装置 AMS

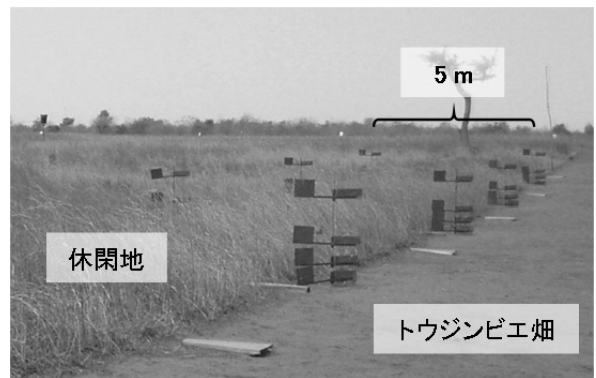


図 2 圃場試験の様子

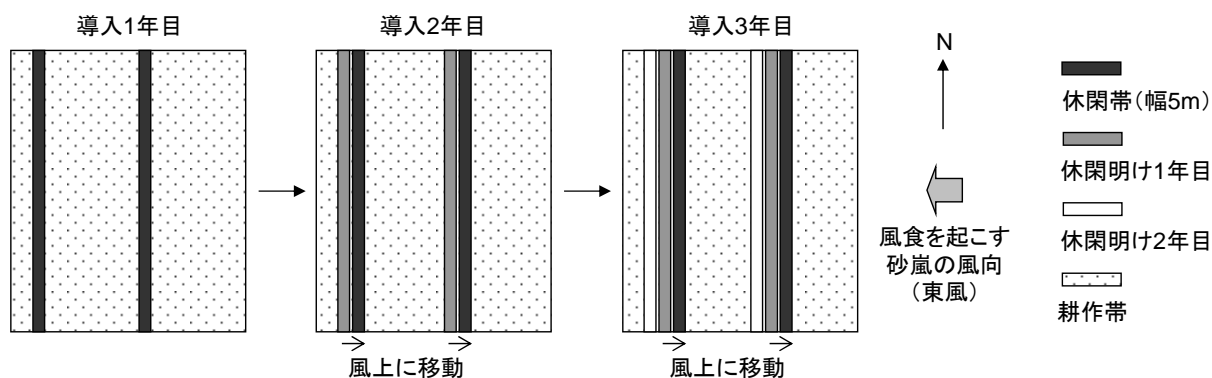


図3 「耕地内休閑システム」を導入した畑の土地利用

「耕地内休閑システム」の有効性を検証するため、ICRISAT 西・中央アフリカ支所およびニジェール共和国ティラベリ州コロ県カタンガ村の農家圃場にて「耕地内休閑システム」を4年間実施した。得られた結果は以下の通りである^{6,7)}。(i) 1本の休閑帯により、土壌粒子の損失を74%、粗大有機物の損失を58%抑制できる、(ii) 風成物質の捕捉により、前年の休閑帯で土壌の物理性、化学性、生物性を改善できる(周囲より土壌水分量が約30%、土壌窒素が 970 kg ha^{-1} 、土壌呼吸量が約300%増加する)、(iii) その結果として「耕地内休閑システム」を実施していない圃場と比べ、「耕地内休閑システム」を実施している圃場では作物収量が36-81%増加する(休閑帯同士の最適な間隔はおよそ30m)。以上のことから、“何もしない”ことで実施可能な「耕地内休閑システム」が砂漠化対処技術として有効であること、またサヘル地域の貧困削減にも大きく貢献し得ることが明らかとなった。

「耕地内休閑システム」の最適な技術導入方法の特定

「耕地内休閑システム」の最適な導入方法を特定するため、まずニジェール共和国の2地域で社会学・経済学的な調査を実施し、それぞれの地域が条件的に類似していることを確かめた^{8,9)}。次に、上記2地域に異なる方法(サヘル地域で頻繁に行われている外部者が主導する住民参加手法による導入方法と住民同士の対話を通じた導入方法)で本技術を導入し、住民による技術の継続性を3年間調査した。その結果、従来の外部者主導の住民参加手法による導入では当初技術は実施されるものの継続はされず、技術の定着が見込めないこと、その一方で住民同士の対話を通じた導入では90%以上の農家が少なくとも3年間は技術を継続することから、技術の定着が見込めることを示した⁹⁾。

なお、「耕地内休閑システム」は国際協力機構(JICA)の草の根技術協力事業により普及が実施され、2013年3月現在(それ以降は治安が悪化したため残念ながら調査ができていない)、ニジェール共和国の5州23行政区89村約500世帯の農民に採用されている。

謝辞

本賞の受賞にあたっては、日本土壌肥料学会よりご推薦を賜りました。また本研究を実施するに当たり、小崎隆先生(現首都大学東京、元京都大学)、舟川晋也先生(京都大学)、田中樹先生(現総合地球環境学研究所、元京都大学)、真常仁志先生(京都大学)、矢内純太先生(現京都府立大学、元京都大学)、伊丹勝彦先生(元福井県立大学)、渡邊哲弘先生(京都大学)には温かい

ご指導とご厚情を賜りました。多くの研究は国際農林水産業研究センター（JIRCAS）と ICRISAT の共同研究プロジェクトの中で実施させて頂きました。その際特に、伊藤治先生（現国連大学、元 JIRCAS）、松永亮一先生（現株式会社クボタアグリソリューション、元 JIRCAS）、飛田哲先生（JIRCAS）、林慶一先生（JIRCAS）、大前英先生（JIRCAS）、Saidou Koala 先生（元 ICRISAT）、Farid Waliyar 先生（元 ICRISAT）、Dougbedji Fatondji 先生（ICRISAT、以下同様）、Maman Bachir 氏、Moussa Alkaldi 氏、Sodja Amadou 氏、Tahirou Boye 氏、Tahirou Saley 氏、Hamidou Boubacar 氏、Ibrahim Hassan 氏に大変お世話になりました。紙面の都合上お世話になった方々全てのお名前を列記することは叶いませんが、本研究を支えて下さった皆さまに厚くお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) Ikazaki, K., Shinjo, H., Tanaka, U., Tobita, S., Kosaki, T. 2009: Sediment catcher to trap coarse organic matter and soil particles transported by wind. *Trans. Am. Soc. Agric. Biol. Eng.* 52(2). 487–492.
- 2) Ikazaki, K., Shinjo, H., Tanaka, U., Tobita, S., Funakawa, S., Kosaki, T. 2010: Performance of Aeolian Materials Sampler for the determination of amount of coarse organic matter transported during wind erosion events in Sahel, West Africa. *Pedologist.* 53(3). 126–134.
- 3) Ikazaki, K., Shinjo, H., Tanaka, U., Tobita, S., Funakawa, S., Kosaki, T. 2011a: Aeolian materials sampler for measuring surface flux of soil nitrogen and carbon during wind erosion events in the Sahel, West Africa. *Trans. Am. Soc. Agric. Biol. Eng.* 54(3). 983–990.
- 4) Ikazaki, K., Shinjo, H., Tanaka, U., Tobita, S., Funakawa, S., Kosaki, T. 2011b: Field-scale aeolian sediment transport in the Sahel, West Africa. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 75(5). 1885–1897.
- 5) Ikazaki, K., Shinjo, H., Tanaka, U., Tobita, S., Funakawa, S., Kosaki, T. 2012: Soil and nutrient loss from a cultivated field during wind erosion events in the Sahel, West Africa. *Pedologist.* 55(3). 169–177.
- 6) Ikazaki, K., Shinjo, H., Tanaka, U., Tobita, S., Funakawa, S., Kosaki, T. 2011c: “Fallow Band System,” a land management practice for controlling desertification and improving crop production in the Sahel, West Africa: 1. Effectiveness in desertification control and soil fertility improvement. *Soil Sci. Plant Nutr.* 57(4). 573–586.
- 7) 伊ヶ崎健大: 西アフリカ・サヘル地域での砂漠化とその対処技術. *日本土壌肥科学雑誌.* 82(5). 419–427.
- 8) 佐々木夕子・田中 樹・伊ヶ崎健大・真常仁志・飛田 哲. 2011: 西アフリカ・サヘル地域村落における農耕民および牧畜民の生業と暮らしー「危機の年」とその対処行動に注目してー. *システム農学.* 27(4). 149–157.
- 9) 佐々木夕子・伊ヶ崎健大・田中 樹・真常仁志・飛田 哲. 2012: 西アフリカ・サヘル地域の村落において外部技術の導入経緯がその後の普及状況に与える影響. *システム農学.* 28(2). 73–83.

Development and diffusion of a low-input countermeasure against desertification on the basis of the desertification mechanism by wind erosion in the Sahel, West Africa

Kenta Ikazaki (Japan International Research Center for Agricultural Sciences)

ikazaki@affrc.go.jp