

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：82104

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23405022

研究課題名(和文)ルソン島カガヤン流域でのガリー侵食多発と除草剤耐性トウモロコシ普及との関係

研究課題名(英文)Relationship between frequent gully formation and herbicide-resistant corn variety extension in Luzon Island, Philippines

研究代表者

南雲 不二男(Nagumo, Fujio)

独立行政法人国際農林水産業研究センター・その他部局等・プロジェクトリーダー

研究者番号：20399372

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、フィリピン、ルソン島北部で近年多発しているガリー侵食と除草剤耐性トウモロコシ品種の急速な普及との因果関係を解明することである。本研究の結果、ガリーの多発した年は、極端な大雨のあった時期に当たり、本品種の普及がガリー侵食の多発をもたらした直接的原因とは証明できなかった。しかしながら、本品種の普及は、除草剤の不必要な多用により土壌表面を保護する雑草が極端に減少し、土壌の受食性を高めていること、また、当品種の利便性により、従来利用されていなかったより傾斜地への耕地化が進行したことが明らかにされ、ガリーを含む土壌侵食を引き起こしやすい条件を生み出していることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：The purpose of the study is to survey the frequently-occurring gully formation in the northern Luzon island, and to elucidate the relationship between the gully formation and rapid extension of herbicide resistant corn variety. After the four-year research, it was revealed that the years when gully formation has occurred were consistent with the year when exceptional heavy rainfall due to typhoons, therefore, it was difficult to demonstrate that the extension of the variety caused the gully formation. However, its extension induced, due to exceeded herbicide utilization, remarkable reduction of weeds biomass that protect soil surface, resulting in increase of soil erodibility, and expansion of cropland where more highly sloping land where they had not used before, increasing the risk of soil erosion.

研究分野：土壌保全

キーワード：フィリピン ガリー侵食 除草剤 作付け体系 雑草

### 1. 研究開始当初の背景

フィリピン、ルソン島北部のカガヤン川流域に分布する丘陵地域において、2007年ごろから2009年にかけて、トウモロコシ畑でガリー侵食が多発したとの情報を得た。その要因として、過去5年間の間に除草剤耐性品種とグリフォセート系除草剤が急速に普及した事による除草剤の多施用との関連が示唆された。

### 2. 研究の目的

本研究の目的はガリー侵食の実態を調査し、除草剤の多施用との因果関係を解明することである。

具体的には、ガリー侵食の実態と除草剤耐性品種の普及状況を把握する、除草剤の多施用と雨期に生育する雑草植生遷移との関係の評価する、ガリー侵食発生に及ぼす除草剤施用との関係を検討する。

### 3. 研究の方法

研究方法は、現地調査による実態の把握、聞き取り調査による農家情報の収集、ガリー多発年における降水分布の特徴解析、星画像解析によるガリー抽出と土地利用変遷との関係調査などからなる。

研究項目は

- ① ガリー多発地域におけるガリー測量調査
  - ② ガリー多発地域における農家への聞き取り調査
  - ③ リモートセンシングデータによるガリー抽出技術の開発と土地利用変遷との関係
  - ④ 除草剤耐性トウモロコシ品種の普及圃場と非普及圃場における雑草フロアの解析
  - ⑤ 傾斜圃場における除草剤散布頻度が土壌侵食に及ぼす影響、
- からなる。

### 4. 研究成果

#### ①ガリー多発地域におけるガリー測量調査

ガリー多発の報告があったイザベラ州、イラガン県のサンロレンソ村丘陵地帯において、ガリーの実態調査を実施した。本丘陵地は、ほとんどすべてトウモロコシの収穫後地で樹木はほとんど見られなかった。ガリーは、樹枝状に発達するため、そのひとまとまりをここではガリーシステムと呼称する。San Lorenzo 丘陵地に分布する10のガリーシステムの特徴量を表1に示す。ガリーシステム全長は、987 m から140 m の範囲で、平均383 m だった。平均のガリー深さは0.7 m、上部幅は2.3 m だった。World view から推定したそれぞれの集水域の面積から計算されたガリーのみによる土壌侵食量は295.3 ton ha<sup>-1</sup> に達した。その多くは2007年から2008年にかけて発生し、ガリー壁面の崩壊による幅の拡大と斜面上部への伸長が続いていることが分かった。



写真1 ガリー谷頭部の様子

#### ②ガリー多発地域における農家への聞き取り調査

10ヶ村、計100戸の農家に聞き取り調査をした結果は以下の通りに要約される。

- 1) 農家の99.9%が除草剤耐性品種を導入しており、その67%が2005年～2007年にかけて導入を開始した。また、95%が新品種を高く評価した。その理由は、圃場管理が非常に容易であること(88%)、労働費を節約できる(61%)、高収となる(59%)であった(複数回答)。
- 2) 新品種導入後、24%がトウモロコシの作付地を拡大し、その前土地利用は森林伐採後の草地(96%)、あるいは林地(4%)であった。この新規開墾地の傾斜度は、非常に急傾斜(30°以上)が14%、急傾斜(10°～30°)が25%、緩傾斜(5°～10°)が44%、平坦に近い(5°未満)が17%であった。
- 3) 新品種導入前後で雑草量の変化に対する印象に関する質問では、85%が激減したと答え、やや減ったと答えた人は9%、変わらないと答えた人は6%であった。

以上のことから、除草剤耐性品種は圃場管理が容易であり、その導入後、開墾可能な土地がある場合には、作付地を拡大したこと、そして開墾可能な残された土地は丘陵地の急斜面であったことが理解される。その結果、丘陵地の急斜面にとうもろこし畑が拡大した。この急傾斜地の開墾が原因で、土壌侵食、および降雨の表面流出を増大させている可能性が高い。降雨の表面流出はその斜面下部において、水の集中を引き起こしガリー形成を引き起こす要因になったと考えられる。

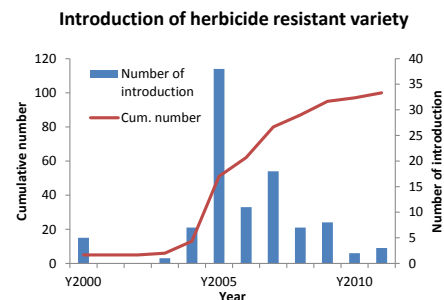


図1 除草剤耐性トウモロコシ品種の普及の推移

③リモートセンシングデータによるガリー抽出技術の開発と土地利用変遷との関係

イザベラ州内の地域を対象とした、衛星データを用いたガリー侵食域の抽出手法の改良を行った。これは、谷筋等に存在する植生等による分光データのハイコントラスト域が誤判別されていたのに対し、多時期のデータより推定した森林残存域を除外することにより、誤判別の低減化を実現した。また、複数年時の衛星データを解析し、土地利用の履歴を推定したところ、対象地域では 2000 年頃より顕著に森林が減少して耕地化したことが示された。耕地化は、斜面上部から中部の比較的緩斜面から広がったが、近年では斜面下部にある比較的傾斜度の大きい部分へ展開したことが解析により示され、さらに、現地調査によってもこうした現象が確認された。

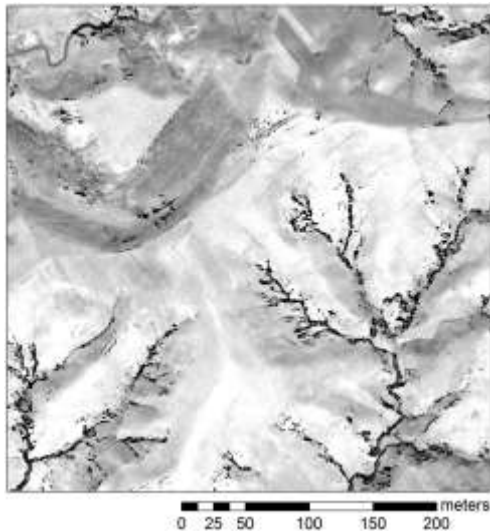


図1 画像解析により抽出されたガリー

④フィリピン・ルソン島北部における降水量の時間空間変動の特徴

フィリピン気象地球宇宙局により観測された日別降水量データを収集し、解析を行った。解析期間は 1981-2009 年の 29 年間とし、本解析ではこの期間の平均値を平年値(気候値)とした。その結果は以下の通りである。

ガリーの多発した Ilagan では、年変動が大きく、最大で平年値と比べ約 1.74 倍の年降水量があった。特に除草剤耐性品種が普及し、ガリー侵食が多発した 2005-2009 年はすべての観測点において、平年値より降水量が多い年が多かった。月別降水量の平年値に対する比を年ごとに求めると、Ilagan では、2009 年の 2 月と 4 月に平年値の 4.7-6.4 倍の降水量があり、これがガリーの形成に影響した可能性が高いと考えられた。

⑤除草剤耐性トウモロコシ品種の普及圃場と非普及圃場における雑草フロアの解析

ルソン島北部の カガヤン流域において、ガリー発生圃場と非発生圃場において、雑草の草種別個体数、草高 (cm)、根の張力 (N)、地上部乾物重量 (g) を測定した結果は以下の通りである。

ガリー発生圃場では 8 種 (一年生 6 種、多年生 2 種)、未発生圃場では 27 種 (一年生 18 種、多年生 9 種) の雑草が観察された。地上部の雑草乾物重総量ではガリー発生圃場では未発生圃場の 1/10 であった。乾物重割合ではガリー発生圃場は多年草が 13% しかなかったのに対して、未発生圃場では 52% であった。圃場内の雑草根の張力を下図に示した。その単位面積当たりの合計値はガリー発生圃場では 1947N/m<sup>2</sup>だったのに対し、未発生圃場では 3345N/m<sup>2</sup>であった。ガリーの発生は、圃場内の雑草による土壌保持効果が減少したことが原因である可能性が高かった。

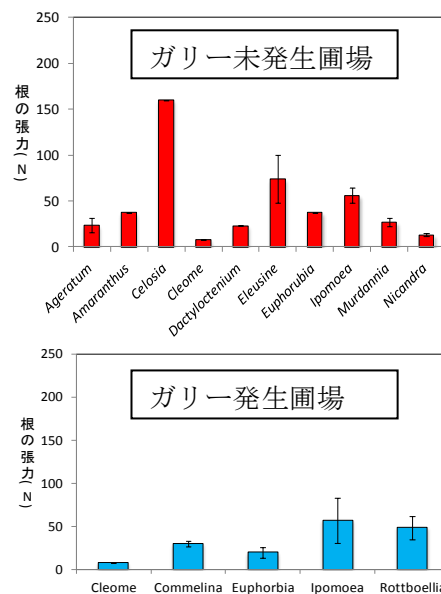


図2 ガリーの発生の有無と雑草の種類及び雑草根張力との関係

⑥傾斜圃場における除草剤散布頻度が土壌侵食に及ぼす影響

現地、傾斜圃場において、除草剤散布頻度の違いが降雨の表面流出に及ぼす影響を調査した結果、4回散布した場合に流出量が増大し、残渣を除去することにより、さらに大きくなることを明らかにした。土壌侵食量も同様の傾向を示した。一方、散布頻度に関わらず、収量に差はなかった。このことは、現在、対象地域で実施されている4回という散布頻度が多すぎ、土壌侵食を増大する負の効果をもたらしている、と考えられる。

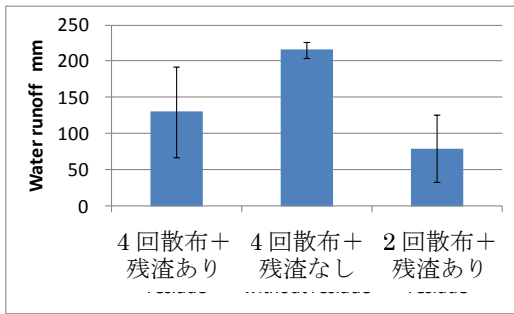


図3 除草剤散布頻度と作物残渣の有無が降雨の表面流出に及ぼす影響

#### 総括

これまでの研究結果から、ガリーの多発した年は、同時に台風に伴う極端な降雨のあった時期であり、除草剤耐性トウモロコシ品種の普及がガリー侵食の多発をもたらした直接的原因と証明することはできなかった。しかしながら、本品種の普及は、1) 除草剤の不必要な多用により雑草が極端に減少し、土壌の受食性を高めていること、また、当品種の利便性により、従来利用されていなかったより傾斜地への耕地化が進行したことが明らかにされ、ガリーを含む土壌侵食を引き起こしやすい条件を生み出していることが明らかになった。

FAOによるアジア諸国へのアンケート調査結果では、同様な問題がある事を指摘する事例はなかった。多くの国が除草剤耐性品種の導入にまだ慎重な姿勢を取っていることがその原因としてあげられる。しかしながら、今後その利便性のために今後、本品種がアジア諸国、とくに丘陵地を耕地化している国々で普及が行われる場合には、こうした土壌侵食のリスクが高まることを常に留意する必要がある。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 2件)

①内田諭・南雲不二男、高分解能衛星データを用いたガリー侵食域抽出手法の開発. システム農学、2015、31(1) pp.11-20

②Satoshi Uchida, Applicability of satellite remote sensing for mapping hazardous state of land degradation by soil erosion on agricultural areas, *Procedia Environmental Sciences*, 2015, Vol.24, pp.29-34

〔学会発表〕(計 11件)

① Fujio Nagumo, Satoshi Uchida, Shinkichi Goto, Kazuyuki Itoh, Rogelio P. Creencia, Ronald Allan A. Dimaano\*, Samuel M. Contreras, Relationship between frequent gully erosion and herbicide resistant corn variety extension in Luzon Island, the Philippines. Workshop on the “impacts of inappropriate cultivation of new corn variety in sloping lands, Philippines”, 2014, Ilagan, Isabela, Philippines..

②Uchida, S., Application of Remote Sensing and GIS to Characterize Areas Affected by Gully Erosion, Workshop on the “impacts of inappropriate cultivation of new corn variety in sloping lands, Philippines”, 2014, Ilagan, Isabela, Philippines.

③Kazuyuki ITOH, Sayuri FUJIWARA , Fujio NAGUMO, R.P. Creencia, R.A Dimaano and S.M Contreras, Relationship between Gully Erosion and Remaining Weeds under HR Corn, cv. Cultivation in Northern Luzon Slope Fields, Workshop on the “impacts of inappropriate cultivation of new corn variety in sloping lands, Philippines”, 2014, Ilagan, Isabela, Philippines.

④Rogelio P. Creencia, Ronald Allan A. Dimaano, Samuel M. Contreras, Silvino Q. Tejada, and Fujio Nagumo, Farmers' Perception on the Use of Herbicide-resistant Corn Variety in Isabela Province, Philippines, Workshop on the “impacts of inappropriate cultivation of new corn variety in sloping lands, Philippines”, 2014, Ilagan, Isabela, Philippines.

⑤ Uchida,S., Applicability of satellite remote sensing for mapping hazardous state of land degradation by soil erosion on agricultural areas, The 1<sup>st</sup> International Symposium on LISAT on “Strengthening the Role of Environmental Satellites for Food Security and Environmental Monitoring Programs”, 2014, Bogor, Oral Presentation.

⑥Ronald Allan A. Dimaano\*, Rogelio P. Creencia, Samuel M. Contreras, Fujio Nagumo Comparison of different corn management practices in Isabela, based on soil erosion, water runoff and yield. Philippine Society of Soil Science and

## Technology Conference. 2014

⑦南雲不二男、内田諭、Rogelio P. Creencia, Ronald Allan A. Dimaano, Samuel M. Contreras、フィリピン、ルソン島で頻発するガリー侵食と除草剤耐性トウモロコシ普及との関係、日本熱帯農業学会第113回講演会、2013年3月、茨城県阿見町

⑧ 内田諭・南雲不二男(2013):フィリピン・カガヤン川沿い丘陵地帯における農地開発とガリー侵食の発達、2013年5月、つくば市

⑨ 内田 諭、南雲不二男、高空間分解能衛星データと標高データによるガリー侵食発生状況の把握、システム農学会 2012 年度秋季大会、2012、11、上伊那郡南箕輪村

⑩ 後藤慎吉、南雲不二男、Ronald Allan A. Dimaano, Samuel M. Contreras、フィリピン・ルソン島北部における降水量の時空間変動の特徴、平成 24 年度日本農業気象学会九州支部大会、2012、11 月、長崎市

⑪ 伊藤一幸・藤原さゆり・南雲不二男・R. R. クレンシア・R. A. ディマノ・S. M. コントレラス、ルソン島北部の傾斜畑の GM トウモロコシ栽培におけるガリー侵食の発生と残存雑草、日本雑草学会第 51 回大会、2012 年 4 月、つくば市

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：

番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

南雲 不二男 (NAGUMO, Fujio)  
独立行政法人国際農林水産業研究センター・プロジェクトリーダー  
研究者番号：20399372

### (2) 研究分担者

内田 聡 (UCHIDA, Satoshi)  
独立行政法人国際農林水産業研究センター・主任研究員  
研究者番号：60425535

後藤 慎吉 (GOTO, Shinkichi)  
独立行政法人国際農林水産業研究センター・主任研究員  
研究者番号：00354043

伊藤 一幸 (ITO, Kazuyuki)  
神戸大学・(連合)農学研究科・教授  
研究者番号：80355271

### (3) 連携研究者