

平成30年 5月31日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07271

研究課題名(和文) 耕地生態系における土壌の作物生産力保全のための休閑管理

研究課題名(英文) Managements for preserving soil crop productivity in fallow arable ecosystem

研究代表者

山岸 順子 (Yamagishi, Junko)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・教授

研究者番号：60191219

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：何らかの理由で作付けされない畑地は、他の用途に利用せず休閑地として作付体系の中におくことが望ましいが、管理方法は全く確立していない。そこで、管理方法についての検討を行い、土壌の生産力維持に資する方法の提案を目的とした。

その結果、休閑停止直後の作物生育からみるとロータリ耕による管理が最良であったが、この効果は単年のみであり、その後著しく低下した。すなわち長期的な変化から見ると、刈払除草や何もせずに放置するといった方法で土壌肥沃度が維持あるいはやや向上することが明らかとなった。それは、養分が雑草に保持されて系外に漏出しないことと、土壌の団粒構造が維持あるいは発達するためと結論された。

研究成果の概要(英文)：Upland fields that are not to be planted for some reason should be kept in the cropping system as fallow land without being used for other purposes. However, no management method has been established at all. Therefore, we examined management methods and aimed to propose a method to contribute to maintaining soil productivity.

As a result, from the viewpoint of the crop growth immediately after the fallow stoppage, the control by the rotary cultivation was the best, but this effect was only for a single year, then it decreased markedly. In other words, from the viewpoint of the long-term change, it became clear that the soil fertility is maintained or somewhat improved by the method of mowing grass or leaving without doing anything. It was concluded that the weeds are retained and nutrients do not leak out of the field and the aggregate structure of the soil is maintained or developed.

研究分野：作物学

キーワード：栽培・作付体系 土壌肥沃度 休閑 コムギ トウモロコシ 雑草 ソバ

1. 研究開始当初の背景

近年我が国の農耕地面積は減少の一途をたどっている。しかし、決して農耕地が不要となったわけではない。農耕地面積が減少している理由は、農業人口の高齢化と漸減、安価な輸入農産物の増加、大規模化の遅れなどの問題であり、農業技術や耕作適地か否かという科学的・技術的な問題ではない。そして、国民の国産農産物に対する安全あるいは安心といった信頼や国産農産物の自給率向上に対して、農耕地面積の減少は大きなマイナス要因となる。農業経営の大規模化や法人化の充実などによって、今後農業生産が活発化する期待がある中、農耕地を農耕地として維持していくことは必須と考える。もしも一旦放棄されたり、農業以外に使われたりした土地を再び農地に戻すには、多大な労力とコストと時間がかかる。このような背景の中で、さまざまな理由で当面余剰となっている農耕地を“休閑地”としてとらえ、土壌の作物生産力の維持・向上を図るための期間として、一定の管理を行う土地とすることが必須である。

2. 研究の目的

日本では欧米に比べて休閑に関する研究は非常に少なく、長期間の休閑の効果を明らかにした研究は非常に稀少である。すなわち、前述のような状況において、日本では農耕地土壌の作物生産力の維持あるいは向上のための“休閑”についての技術的保証と根拠が非常に希薄である。そこでこのような状況を踏まえ、日本の気象条件や農業を取り巻く環境条件にあった休閑の管理方法とその効果について明らかにすることとした。そして、できうる限り低コストで、インプットの少ない管理方法の開発を行うため、長期の実証試験を実施することとした。それによって、一時的な耕作停止である“休閑地”の圃場管理の方法について、科学的な根拠を与え、農耕地土壌の作物生産力を維持・向上するための管理方法について提言を行うことを目的とした。

具体的な到達目標としては、

- (1) 休閑管理方法とその期間の違いによってもたらされる作物・雑草の生育反応を基礎として、多量・微量必須元素および有機物の動態（すなわち作物・雑草・土壌間の分布）を示す。
- (2) 植生の推移、土壌生物活性の変化と(1)との関係を示す。
- (3) (1)および(2)から、効率的で低コストの休閑地管理方法を提言する。

3. 研究の方法

我が国では、休耕地の管理方法としては、無管理の放任が全体の面積の50%以上、耕起や刈払除草による粗放的な管理の下にあるものが約30%であるが、科学的根拠に基づく指針のみならず経験もないままに管理され

ている。そこで、休閑による土壌生産力の変化とそのメカニズムについて知見を得るため、慣行法で作物栽培を継続する区を対照区とし、放任（無管理）、耕起（ロータリ耕）による裸地休閑、刈払除草の3種の管理方法に対応する処理区を継続期間3段階（1年、2年、3年）として設けた。そして、東京大学農学部附属生態調和農学機構（東京都西東京市、表層多腐植質黒ボク土）では2011年に、京都市芸繊維大学嵯峨キャンパス（京都市右京区、細粒褐色森林土）においては2012年より試験を開始し、2つの異なる土壌において比較できるように圃場を設定した。表1に示したように2017年まで継続し、栽培作物と雑草の生育・収量・養分吸収量および土壌の変化とから休閑停止以降の土壌の作物生産力を評価し、休閑期間における管理方法を比較、検討した。

表1 試験概要(○は作物栽培開始、×は休閑期間)

年次	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
処理	夏冬	夏冬	夏冬	夏冬	夏冬	夏冬	夏冬
東京							
対照							
1年	×	×			×	×	
2年	×	×	×		×	×	×
3年	×	×	×	×			
京都							
対照							
1年		×	×			×	×
2年		×	×	×	×		
3年		×	×	×	×	×	

(1) 東京大学試験

東京大学では、夏作トウモロコシ、冬作コムギとし、作付けを継続した区（対照区、Cと略す）と前述の管理方法3処理区（放任、ロータリ耕、刈払除草、それぞれ、N、R、Mと略す）と休閑年数3段階（1年、2年、3年）を組合せ、計10区について乱塊法3ブロックで圃場試験を設定した。個々のプロットは約50㎡であり、植生調査のように数回の破壊的なサンプリングも可能な広さを確保した。施肥は、対照区においては全て基肥のみとし、トウモロコシは N:P₂O₅:K₂O = 6:9:8 g/m²、コムギは N:P₂O₅:K₂O = 4:6:5.3 g/m²を施用した。対照区以外の区は、土壌の肥沃度を評価するため、全て無肥とした。トウモロコシは7月中旬に点播とし、コムギは11月中旬に条播とした。防除のための薬剤は使用していない。

各処理区について雑草の種組成および生育調査を定期的に行うと共に、作物作付けを行った区についてはフェノロジーの調査を行った。そして収穫期に収量調査を行い、部位ごとに収穫サンプルを粉碎して、NCコーダにより炭素・窒素含量の測定を行った。また、雑草については適宜コドラート法により

サンプル採取し、乾燥後秤量・粉碎して炭素・窒素含量の測定を行った。さらに収穫終了後、全区について表層 15cm の土壌を 5ヶ所採って混和し、耐水性団粒構造の調査を行った。また、乾燥して土壌の炭素・窒素含量の測定に供した。

(2) 京都工芸繊維大学試験

京都での試験では、慣行施肥（N は 5 g/m² 相当）による冬コムギの栽培と無施肥による冬コムギの栽培（いずれも地上部は収穫時に持ち出し）、休閑処理として、裸地休閑（年数回のロータリー耕による）、刈払除草（年 4 回程度ハンマーナイフによる地上部の刈払いのみを行う）および放任（無管理とし全く手を加えない）の処理を設けた。圃場 1 では 2012 年秋から 2015 年秋までの 3 年間、圃場 2 では 2014 年秋から 2016 年秋までの 2 年間、上記の 5 処理を継続し、深さ 20 cm までの土壌について、全窒素含量、全炭素含量、耐水性団粒の平均重量直径の変化を調査した。また、圃場 1 では休閑処理を終えた後 2015 年秋から 2017 年秋まで、コムギ（冬作）とソバ（夏作）を栽培した。

4. 研究成果

(1) 東京大学試験

図 1 にコムギについて収穫期の全乾物生産量を、図 2 に収穫期の全窒素吸収量を示した。（トウモロコシについても概ね同様の傾向が得られたので、結果は省略する。）休閑停止直後の全乾物重を見ると、いずれの期間の休閑直後においてもロータリー耕による休閑管理の場合に他の管理方法の場合よりも大きくなった（図中青丸）。これは、全窒素吸収量を見るとさらに顕著であり、1R、2R、3R にいずれの区においても休閑直後に高い値を示した。このことはロータリー耕によって土壌中の植物が利用可能な窒素が増加したことを示しており、その結果全乾物重も増加したと結論される。しかしながら、さらに長期に作物栽培を継続すると、休閑直後に高かったロータリー耕における全乾物重は窒素吸収量と共に急激に低下し、他の管理方法よりも低くなることが認められた。すなわち休閑停止直後の作物生育からみた管理方法としては、ロータリー耕による管理が最も土壌生産力を維持していたが、さらに作物栽培を継続したことにより最も土壌生産力を維持していると考えられたロータリー耕の区において顕著な土壌生産力低下の傾向が認められた。つまり長期的な変化から見ると、刈払除草区や放任区では土壌肥沃度が維持あるいはやや向上することが明らかとなった。

一方、休閑期間に生育する雑草には、相当量の窒素が含まれていることが明らかになっている（一例として図 3 に 2016 年 6 月のサンプリング時のコムギと雑草の全 N 含量を示す。）ロータリー耕の区と放任あるいは刈

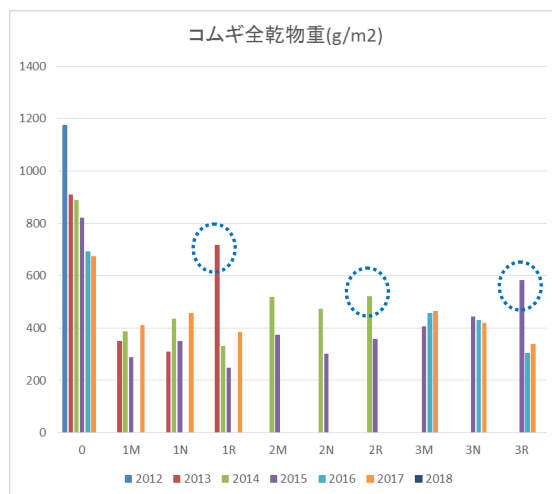


図 1 コムギの全乾物生産量(g/m²)
横軸の文字は、0:対照区、1:1 年休閑区、2:2 年休閑区、3:3 年休閑区、M:刈払除草区、N:放任区、R:ロータリー耕起区

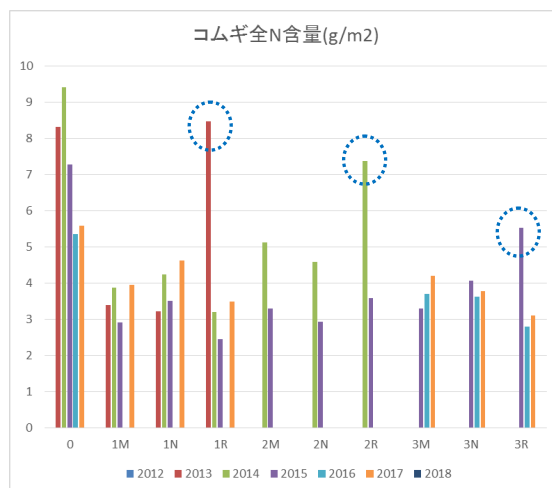


図 2 コムギの全窒素吸収量(g/m²)
横軸の文字は図 1 と同様

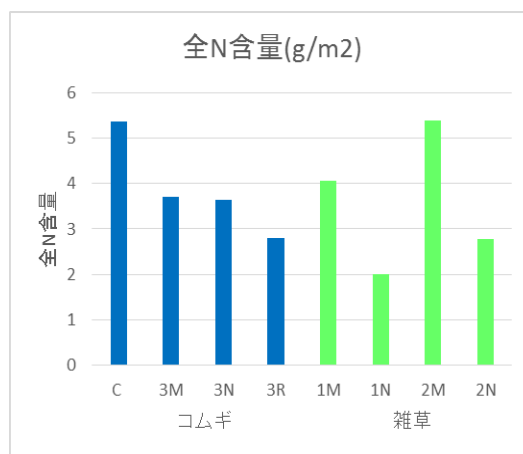


図 3 2016 年 6 月採取のコムギと雑草の全窒素吸収量(g/m²)
横軸の文字は図 1 と同様、青（左 4 区）がコムギ、緑（右 4 区）が雑草

払除草区との差は雑草の存在量であり、ロータリ耕の区では非常に少ない。このことは、放任あるいは刈払除草区においては本来系外に流出する可能性のある養分を雑草が保持し、それが土壤の生産力維持に大きな影響を与えている可能性を示している。

また、処理を3年間継続した、C(作付区)、3R(ロータリ耕)、3M(刈払除草)、3N(放任)を比較してみると、土壤中の全窒素含量は3RよりもC、3M、3Nでの増加が顕著であった。炭素含量についてはすべての処理で全炭素増加していた。耐水性団粒は3Mと3Nで発達し、Cと3Rでは減退していた。このことは土壤の団粒サイズが刈払除草区や放任区で発達するが、ロータリ耕区では減退し、団粒構造が破壊されるため、一時的に有機物分解が起こったことを示唆していると考えられた。それは、休閑直後に作物による窒素吸収が顕著に増加するが、1年のみのことであり、翌年以降には窒素吸収が急減することと深く関連していると考えられた。

(2) 京都工芸繊維大学試験

京都における土壤の試験結果を表2に示した。土壤の全窒素含量は、圃場1と圃場2のいずれにおいても、裸地休閑によって増加した(これは年あたり約2 g/m²にあたる)。刈払除草と放任での増加量は裸地休閑に比べて大きかった。一方、コムギの慣行栽培と無施肥栽培では多くは減少傾向にあり、とくに収量の高かった圃場2では減少が著しかった。全炭素含量は、圃場1と2いずれにおいても、刈払除草と放任によってのみ増加した。また、耐水性団粒は刈払除草と放任で発達したが、その他の処理では減退した。

圃場1における休閑後2作のコムギの収量は、放任により慣行栽培と無施肥栽培より高く、裸地休閑と刈払除草により無施肥栽培より高くなった。ソバの収量は放任により裸地休閑より高くなった。いずれも、ある程度休閑期間の窒素の増加を反映した結果と見られる。なお、雑草量は、コムギ収穫時には放任により他の処理より多く、ソバ収穫時には刈払除草により他の処理より少なかった。以上により、放任と刈払除草は休閑後の土壤の作物生産力を維持、向上するための有効な手段になりうると考えられた。

(3) まとめ

東京大学と京都工芸繊維大学における試験から、下記のような結論が示された。

作付けがされず休閑として管理する畑地は、放任あるいは刈払除草を行って管理することにより、土壤の作物生産力が維持される。ロータリ耕による休閑管理は、土壤の作物生産力を一時的に高めるが、長期的にはかえって低下させる。

には土壤の団粒構造の維持と発達と深く関連しており、ロータリ耕により団粒が破壊されることが示された。

表2 土壤(深さ0-20 cm)の全窒素含量(全N)と全炭素含量(全C)(重量%)および耐水性団粒の平均重量直径(mm)の休閑期間(圃場1では3年間、圃場2では2年間)における変化の平均を年あたりの変化量として示す

圃場	慣行	無施肥	裸地休閑	刈払除草	放任
圃場1					
全N					
(% y-1)	+0.0007	-0.0016	+0.0012	+0.0024	+0.0036
全C					
(% y-1)	-0.0160	-0.0349	-0.0425	+0.0280	+0.0266
団粒の平均重量直径					
(mm y-1)	-0.0231	-0.0177	-0.0323	+0.0626	+0.0449
圃場2					
全N					
(% y-1)	-0.0036	-0.0037	+0.0010	+0.0029	+0.0031
全C					
(% y-1)	-0.0531	-0.0581	-0.0635	+0.0274	+0.0434
団粒の平均重量直径					
(mm y-1)	-0.0092	-0.0118	-0.0127	+0.0171	+0.0162

さらに、放任あるいは刈払除草を行って管理することによる雑草の存在が、系内の養分保持に大きな役割を担っていることが示された。

上記の結果は、表層多腐植質黒ボク土(東京大学)と細粒褐色森林土(京都工芸繊維大学)のように土壤の性質が全く異なる場合にも同様であった。

以上より、休閑管理においては、ロータリ耕などによる裸地管理ではなく、放任あるいは刈払除草による雑草を残した管理によって土壤の作物生産力が維持できると結論された。

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0件)

[学会発表](計2件)

中元朋実・山岸順子(2018)3年間の休閑管理方法の違いが土壤と作物の生育におよぼす影響.日本作物学会第245回講演会 3月30日 宇都宮大学(栃木県)

Yamagishi, Junko (2016) The effects of soybean cultivation on the succeeded crop growth and soil properties in cropping system. 韓国作物学会 2016年年会シンポジウム 10月20日 大田(韓国)

[図書](計 件)

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山岸 順子 (YAMAGISHI Junko)
東京大学大学院・農学生命科学研究科・教授
研究者番号：60191219

(2) 研究分担者

中元 朋実 (NAKAMOTO Tomomi)
京都工芸繊維大学・生物資源フィールド科学教育研究センター
研究者番号：50180419

(3) 連携研究者

()

研究者番号：

(4) 研究協力者

()