



Title	イギリス農業革命における農業生石灰と焼成用燃料について
Author(s)	大西, 悠
Citation	待兼山論叢. 史学篇. 2021, 55, p. 1-28
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/91474
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

イギリス農業革命における 農業生石灰と焼成用燃料について

大 西 悠

キーワード：イギリス農業革命／輪裁式農法／土壌／ライム／石炭

はじめに

本論文では、18世紀後半から19世紀初頭にかけて、イギリス農業における重要な要素として機能した農業用生石灰と、その燃料として不可欠であった石炭の役割について再考する。

近年、イギリス産業革命はエネルギー革命であったとする見方が注目されている¹⁾。このような見方の中心的な提唱者であるリグリィは、薪炭をはじめとする木質系資源を基盤とする高度有機社会から、石炭を主体とする化石燃料社会への転換こそが、産業革命の本質であると述べた²⁾。しかしながらこれは一種の理論モデルないしは概念としての意味合いが強く、その実証性は希薄といわざるをえない。エネルギーとの関係性に関する既存研究の多くは工業部門における石炭利用といった技術的側面からのものに限定されており、工業以外の部門と石炭エネルギーの関係性についての研究はほとんど見られない。翻って、同時期におけるイギリス農業については多くの先行研究があるが、その多くは農業それ自体を主体として構築された研究であり、新たなエネルギー源である石炭との関連という視点を欠いている。

筆者は基本的にリグリィらのモデルに賛同しているが、その実証は不十分なままであり、これを補完したい。すなわち、イギリス農業生産の拡大に石炭エネルギーがどのように寄与したのかを実証することが本稿の目的である。

この目的のために、「イギリスにおける農業生産の拡大に農業用生石灰（アグリライムないしはライム）が重要な役割を果たし、その農業用生石灰は石炭を燃料として大量に生産された」という仮説を立て、これを検証していく。

第一節：イギリス農業革命に関する先行研究の再検討－穀物生産の拡大と土壌改良

具体的な実証に入る前に、いくつかの前提について、國方敬司による論考を主として参照しつつ、先行研究で明らかになっている知見を踏まえながら提示していく³⁾。前提とそこから派生する問題点について整理し、本稿で実証すべき論点の重要性を強調するのが狙いである。

まず、当時のイギリスの人口成長と食糧生産の関係性における、ある時期からの非連続的な変化についてである。マルサスを繙くまでもなく、人口と食糧との間には極めて密接な相関関係がある。その関係性は、人口成長率と食糧価格という二つの変数に統計処理を施すことによって、数量的に示される。イギリス人口史研究で知られるリグリーとスコフィールドはこのような方法論に立脚し、16世紀から19世紀後半にかけての人口学的指標と食糧価格・実質賃金について推計を行い、人口成長率と消費者物価指数の相関関係を経時的に検証した（図1を参照）。この分析からは、16～18世紀中葉にかけては人口成長率と食糧価格の間には正の相関関係が成立するというマルサスの構図が妥当したが、その相関関係は18世紀後半から急速に崩壊するという結果が導き出されている。リグリーらは、この背景にはイギリス農業が持つ食糧生産力の

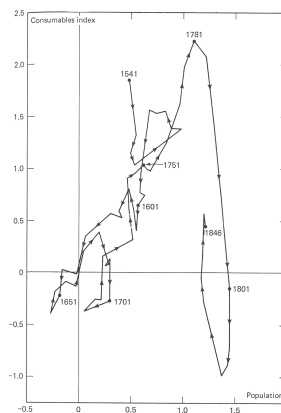


図1 人口成長率と消費者物価指数の関係
出典：Wrigley and Scofield 1981, p.405.

飛躍的な増大があったという⁴⁾。

次に、イギリス国内で需要された食糧の海外依存度についての検証である。前述の議論から、この時期にイギリス国内農業の生産性が大きく向上したと思われるが、食糧輸入が並行して拡大していればその可能性は減殺されるため、検証が必要である。この時期における食糧輸入とそれが果たした役割については既に先行研究で評価がなされているが、特に穀物という視点から考えた場合、イギリス域外における穀物余剰生産能力・輸送能力は比較的貧弱であり、かつ燕麦や大麦と比較すると主穀たる小麦の輸入量自体小さなものであった。これらを受けて國方は、輸入穀物は国内需要において一定の地位を占めたが人口成長に追従できるようものではなく、基本的に国内需要分は自給されたと考えるべきであるとしている⁵⁾。イギリス域外、特に南北アメリカ両大陸から大量の穀物輸入が行われ、国内の自給体制が根底から覆されていくのは19世紀後半以降のことである⁶⁾。

では、このような国内の人口成長をほぼ支持しうる水準に至る国内食糧生産力の大幅な拡大は、農業のどの側面によって達成されたのか。つまり、総生産力の増大は、農業労働者一人当たり生産力（労働生産性）と、外延的耕作地面積の拡大から説明可能だが、このいずれによって達成されたのか検証が必要である。

この論点に関しては、過去にケリッジ、ミンゲイ、サースク、オヴァートン、ウィリアムソン、アレンらイギリス農業史研究者によって、いわゆるイギリス農業革命研究の文脈に従って、多くの検討がなされて来た⁷⁾。とはいえ、イギリスにおいて信頼に足る農業センサスが現れてくるのは1866年以降のことであり、それ以前の時代に関しては耕地面積をはじめとして多くのマクロ統計的指標が推測に頼らざるを得ず、いずれも確定的といえるほどの結論は出ていない。また、実証の手法は精緻化が進んだものの、その反面、論点が細分化・煩雑化し、得られた知見に関しても各研究者間で十分な吟味や合意が為されているとは言い難く、全体像も判然としない。ここでは、國方による研究史の整理に従って議論を進めたい。

18世紀初頭から19世紀中葉にかけての人口成長と、穀物の国内自給率を考えた場合、一人当たり小麦消費量に変化がなかったという、やや無理のある前提に立脚したとしても、国内穀物生産量は2.78倍に、小麦作付け面積は最低でも2倍ないし2.5倍弱に拡大しなければならなかった。一方で、オヴァートンの推測によれば、耕作地面積は休閑地も含めて1700年の900万エーカーから1850年の1530万エーカーに拡大したとされるが、これでは人口成長に追従できず、実際の数値はより大きなものと考えられる。耕作地面積の増大を重視する指摘は説得的であり、地域がどこであれ何らかの形で外延的な耕作地の急激な拡大が生じたことはほぼ間違いだろう。一方で、労働生産性が上昇したことも事実である。細かな推計は議論の余地が大きく確定的ではないためにここでは触れないが、これはイギリス内部での農業に従事した人口の割合の経年変化という比較的単純な指標からも理解できる。即ち、1750年から1851年までの一世紀でイギリス総人口は2.9倍に増加した一方で、農業人口の増加分は1.5倍でしかなかったという事実は、食糧生産に占める海外依存度の大きさがある程度考慮したとしても、農業労働者一人当たり生産力が大幅に向上したことを前提としなければ説明できない。⁸⁾従って、数量的な評価は難しいとしても、耕作地面積の拡大と農業労働者一人当たりの生産力の上昇は、同時並行的に進行したと考えるべきである。

以上のようなマクロな知見を踏まえた上で、生物学的・農学的知見を援用し、穀物生産の必須的要素とその対応について、ミクロな視点から論じる。穀物を植物体とみなし、その生育に必要な要素を物質収支の側面から考えれば、最も重要な栄養素は、窒素・リン・カリウムの3種類である。農作物の栽培とは、土壌という比較的閉じた領域からの栄養素の収奪に他ならず、そのままでは地力は低下し、最終的には放棄せざるを得なくなる。よって農耕が開始されて以来、農作業に携わる人々は、自覚的であれそうでないのであれ、この栄養素の更新手段を常に講じてきた。農業における技術進歩としての農法も、その目的に奉仕すべく生み出されたものと解釈することができる。ハーバー・ボッシュ法として空中窒素を人工的に固定する大規模工業的

利用が実現化するまでは、厩肥を除いて、耕作地のローテーション的運用即ち輪作による地力回復がほとんど唯一の栄養素更新方法であった。⁹⁾

中世からイギリスでは二圃式農法あるいは三圃式農法が主流であり、この根幹は全耕作地の半分ないしは三分の一を休閑させて回復を図るという、やや受動的な地力維持にあった。やがて 17 世紀頃よりノーフォーク農法としても知られる輪裁式農法が開始される。耕作地の一部を輪作するのは従来と同じであったが、既存農法と異なった点は、休閑中の土地に対してカブやクローバーなどマメ類 / マメ科作物といった、空中窒素を固定する性質を持つ中耕作物 (intertillage crop) を作付けすることで、積極的な地力回復が可能となった点である。¹⁰⁾ 輪裁式農法によって、必須的栄養素の内少なくとも窒素を、従来と比較して大幅に土壌内に含有させることができるようになった。依然論争はあるものの、中耕作物導入が栄養素の側面から土地の生産性を向上させたというのが通説的な理解となっている。

しかし、中耕作物は容易に導入可能な植物ではなかった。後述するが、輪裁式農法はイングランド南部から始まり、19 世紀中葉までにイギリス全土に拡散していくが、その展開過程で土壌との適合性が最も大きな障害となって立ちちはだかった。マメ科作物は、酸性及び強酸性環境や凝集力の強い粘土質土壌に著しく脆弱であったため、これが軽土地帯以外での導入を困難にしたのである。¹¹⁾ 土壌が重粘さを増すほどに、あるいは酸性度を増すほどに、なんらかの形で土地に改良を加えなければ、輪裁式農法の導入は困難であった。

農業生産力の拡大に土壌が大きく関連していることが判明した。ここで、イギリスにおける土壌の分布を理解しておく必要がある。

まず、現在の地質学的調査によって得られた情報を元に、酸性—アルカリ度と土壌成分という二つの指標からイギリスの土壌を概観する。データは、英国の 9 研究機関によって収集されたイギリスにおける土壌データのオンラインアーカイブである United Kingdom Soil Observatory より引用した。¹²⁾

本稿と関連して、注目すべきポイントがいくつかある。酸性度で評価し

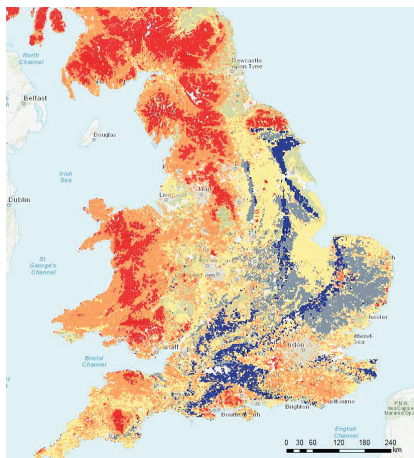


図2 イギリスの表土酸性度分布
出典：注釈参照

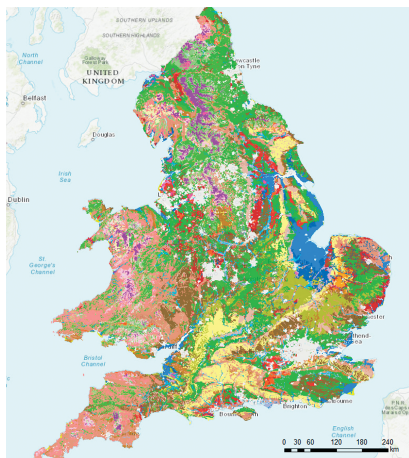


図3 イギリスの土壌成分分布
出典：注釈参照

た場合、ブリテン島は南南東側に向かうほどにアルカリ度が高く、北北西側に向かうほど酸性度が高くなる傾向がある。より詳細にみると、ランカシャー州やチェシャー州を含む北部諸州、ウェールズの大半、コーンウォール半島を含む南西部諸州の多くが酸性度が高く、イングランドの南東部、さらにリンカンシャー州やヨーク州イーストライディングなど北海沿岸の一部がアルカリ度が高い。土壌成分分布は多彩であるが、イングランド南部の特に丘陵地地帯は砂質や石灰質などの軽土が多くを占める一方、いわゆるミッドランドやイーストアングリア、Weald 地帯の内陸部、北部諸州の北海沿岸は粘土質等の重土によって占められている。さらに、リンカンシャー州

図4 イースト・アングリアとその周辺図

出典：Williamson2002, p.30.

注釈：加工の上、転載。



図4 イースト・アングリアとその周辺図
出典：Williamson2002, p.30.
注釈：加工の上、転載。

やケンブリッジシャー州に跨るマーシュないしはフェンランドにおいては自然地下水位の高い沖積土が形成されている。土壌成分分布と酸性度分布が一部において相似していることも挙げられる。特に、チョークや石灰質土壌、砂質土壌を主成分とする軽質土地帯は、そのままアルカリ性ないしは弱酸性を示すエリアとほぼ重なり合っていることがわかる。具体的な地名を挙げると、Lincolnshire Wolds、Lincolnshire Heaths、Chiltern Hills、Wessex Chalk、North Downs、South Downs、Cotswolds といった、イングランド南東部を帯状に取り巻く地域である。イーストアングリアで比較的広い面積を持つ Boulder Clays は軽土地帯ではないものの比較的にアルカリ性ないしは弱酸性を示しているが、これは例外的であって、イギリスの半分以上の面積を占める領域は、大方は粘土 / 重粘土を主成分とする重粘土土地帯であり、同時に、酸性ないし強酸性を示すエリアであると言える。

ここで、自然地理と農業地理との密接な関係性を示すために、十分の一税に関する台帳から得られたデータから推測された 1836 年当時のイギリスの耕作地を、ウィリアムソンの研究から引用する形で図示する。

詳細は後述するが、図 2 および図 3 と、図 5 を比較すると、耕作地と土壌成分、酸性度の間には明らかに一定の相関関係があることが見て取れる。イギリス農業が地形や地質に従う形で発展を遂げて来たことがわかる。

さらに、イギリス農業地理の歴史の変遷について論じる。この論点に関してはいくつかの有力な先行研究があるが、基本的には、重粘土質土壌主体のミッドランズと軽質土壌主体のイングランド南東部という、それぞれ対照的な性質を持つ土壌と地域

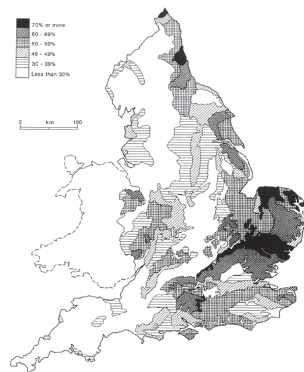


図5 1836年イギリスにおける耕作地の分布
出典：Williamson2002, p.161.

を分析単位とし、かつ対比させる形で、議論が進められている。

17 世紀の中頃までイギリスにおける主たる穀作地域は、ミッドランド諸州の重粘土質土地帯であった。同地域は比較的肥沃であったため三圃式農法によって豊富な小麦生産が可能であり、人口成長も支持できる水準にあった。これとは対照的に、イングランド南東部の軽土地帯は肥沃度が低いこともあって、その大半が整備されずに放置された荒蕪地か粗放的な放牧地であるにすぎず、作付け穀物も大麦が主であった。ところが 18 世紀になり、カブやクローバーなど中耕作物を中核とする輪裁式農法が、軽土地帯に急速に普及し始める。一方の重土地帯では、中耕作物の導入は困難であり、引き続き三圃式農法が継続された。19 世紀に入ると特にナポレオン戦争終結後の 1815 年以降における穀物価格下落により、ミッドランドの重土地帯における小麦生産は大きな打撃を受ける一方、軽土地帯は主要穀倉地帯へ成長していく。結局、ミッドランドの重土地帯では、土壤改良が技術的に可能となる 1840 年代まで農法の革新は起こらなかった。¹³⁾

これに伴い、農業の地理的分化も進んでいく。16～17 世紀以前のイギリス農業は全体的にモザイク状を為し、都市人口も少ないために自給自足的農業が多くを占めていた。¹⁴⁾これが 19 世紀前半から中葉に至ると、イギリス農業は、ミッドランズにおける牧畜、南東部における主穀生産という、地域間分業のパターンを示すようになる。¹⁵⁾実態はより複雑であり、付言や留保を要する。まず、19 世紀以降本格的に軽土地帯で小麦生産が拡大し、ミッドランドの重土地帯を凌駕していくという流れであるが、これはイングランド南東部の土地生産性が、ミッドランド諸州のそれを必ずしも凌駕したわけではなく、むしろミッドランズに東部や南部が追い付いたと解釈すべきである。1815 年の段階でも、ミッドランズが依然として主穀生産地帯として大きな地位を占めていたことは、単位エーカー当たり地代が 30 シリングであるのに対して、後に穀倉化していくフェンランドやイーストアングリアでは 20 シリングに満たなかったことから窺える。¹⁶⁾また、ウィリアムソンの整理による 1836 年当時の州別単位エーカー当たり小麦収穫量から見ても、両

地域間にそこまで顕著な較差は認められない。¹⁷⁾

また、南東部の穀作とミッドランドの畜産という土地利用の地域間分業構造であるが、これもあくまで相対的な傾向であって、ミッドランズの全部が牧草地化したとか、あるいはイーストアングリアの全域が耕作地化したというわけではない。例えば牧草地化の傾向が強かったミッドランズの一州であるスタフォードシャー州においても、1840年の時点で州面積の53.9%が牧草地に供される一方で、依然として46.1%が耕作地として使用されている。¹⁸⁾

さらに、イングランドの北部や西部については、南部の低地地帯と対比させる形で高地地帯とひとくくりにされ、どちらかといえば産業革命の発祥地として注目されることが多く、イギリス農業史研究においてはやや存在感が希薄なエリアである。しかし同地域は、18世紀後半からナポレオン戦争の時代にかけて、いわゆる「荒蕪地の征服」が進行し、その過程で大規模な土壌改良事業が展開されたことが知られている。図5からも、北部の、特に北海沿岸に位置するダラム州やノーザンバーランド州では、南東部の穀倉地帯に劣らないレベルの稠密な穀作地帯が形成され、ランカシャー州やシェロップシャー州でも穀作が拡大している。新規開拓、即ち耕作地面積の拡大という形で、北部・西部の一部地域が農業生産の拡大に寄与したことが窺える。¹⁹⁾

さらにイングランド南東部の軽土地帯の穀作化現象についても、付言が必要であろう。同地域が穀倉化した要因は、前述したように、土壌が、特段の改良事業がなくとも、輪裁式農法における中耕作物導入に適していたからとされている。しかし図2、図3及び図5を詳細に相互比較すると、耕作地の拡大は、必ずしも軽土地帯だけで生じたわけではないことがわかる。例えば図5を概観した時、最も密度の高い耕作地が形成されているのは、ノーフォーク州北西部、エセックス州とサフォーク州に跨る East Anglian Boulder Clays の南半分、Chiltern Hills であるが、この内、Boulder Clays の南半分は、図3によれば石灰質成分を比較的豊富に含んではいるものの粘土層ないしはローム層であり、いわゆる軽土ではない。これらの次に稠密度

の高い耕作地として、Lincolnshire Wolds、East Anglian Boulder Clays の北半分、Chiltern Dislope、Wessex Chalk の一部が挙げられ、さらに Silt Fens 及び Peat Fens で構成されるフェンランド地方、Breck Land、North Norfolk Heathlands、Weald 地帯を一部に含む North Downs と South Downs が続く。これらの内、Boulder Clays の北半分や南北両 Downs は、ミッドランズと変わらない粘土層ないしは重粘土層である。このように、南東部における穀作の拡大は、軽土以外においても、さらに一部はミッドランドとほぼ変わるところのない性質を持つ土壤でも生じていた。このことから、南東部においてもなんらかの土壤改良があったことが示唆される。

これらを踏まえて、土壤改良の具体的な方法を考察する。土壤を、中耕作物導入を可能ならしめる性質へと一時的であっても作り変える方法は、炭酸カルシウム成分の土壤 (calcareous earth) を付加することである。化学肥料が開発される 20 世紀以前には、この具体的な方法は、粉末石灰石散布 (chalking、以後チョーキングと呼ぶ)、泥灰土散布 (marling、以後マーリングと呼ぶ)、生石灰散布 (liming、以後ライミングと呼ぶ) の 3 つに限られていた。

チョーキングは、低層土あるいは地表に露出している粉末生石灰 (以後チョークと呼ぶ) を採掘し、地表に散布する方法である。マーリングは、表土の基層にある石灰質土壤 (以後マールと呼ぶ) を掘り出してほぼその直上に散布する方法である。歴史的に最も古くからおこなわれている炭酸カルシウム成分土壤の付加方法であるが、基層部分に石灰質土壤を保持しているエリアに限定され、実際にもほぼ軽土地帯に限定されてきた。²⁰⁾ 施肥地域が軽土に限定されることと関係するが、相当量の土塊を含んでいる。²¹⁾ ライミングは、生石灰 (quicklime あるいは burnt lime、以後ライムと呼ぶ) を、地表に散布する方法である。ライムそれ自体は天然に存在することは少なく、人工的に製作される投入財である。石灰石ないしは石灰質成分の基岩を、石灰焼成炉 (石灰窯、lime kiln) によって焼成することで得られる。²²⁾

以上三つは全く同じ化学的性質を持つため土壤に対する効果も変わらない

が、前者二つと比較するとライミングは、半分の重量で同等の効果を持つという優位性を持つ。元来、炭酸カルシウム成分土壌は大きな重量を持ち、交通機関が未発達の時代においてはその輸送コストが導入の決定的な障害となった。農業用生石灰は、このような輸送コストの軽減を目的として製造されたという経緯がある。²³⁾ ウィリアムソンは、イングランド北部では大規模な石灰産業が存在し、これが土壌改良剤として現地で散布されたが、²⁴⁾ 南東部においては、土壌の状態によって若干の違いがあるものの、Weald 地帯を除いて主にマーリングが用いられたと主張する。²⁵⁾

イギリス農業史に関する先行研究と農学理論から導かれた七つの論点を改めて要約する。人口学的指標と実質賃金の関係性から、イギリス農業は急拡大する人口成長を十分に扶養するだけの弾力的な食糧供給を可能とする水準の生産力を、18 世紀末頃には達成していたと考えられる。また、少なくとも主穀の視点からすれば、イギリスで消費された食糧の海外依存度は大きなものではなく、19 世紀後半に入るまで自給体制を維持できていた。この時期における農業生産力の拡大の背景には、耕作地面積の拡大と農業労働者一人当たり生産力の上昇が共に寄与したと推測できる。

農学的・生物学的知見に基づくと、中耕作物を導入するタイプの輪裁式農法は、作物成長において必須的栄養素のひとつである窒素を積極的に更新できる唯一の農法であり、穀物生産が拡大した主たる要因は、この農法が導入・普及したことによる。しかし、この中耕作物は元来脆弱でその生育可能な土壌環境が限られており、イギリスで導入可能であったのはいわゆる軽土と呼ばれる、アルカリ度が強い上に軟らかく耕起しやすい土壌を含有する、イングランド南東部のごく一部の帯状の領域だけであった。しかし当時の納税記録からは、南東部でも軽土地帯には該当しない地域や、軽土が存在しないイングランド北部でも耕作地が拡大しており、なんらかの土壌改良が実施されていたことを示唆している。

しかしこれらは未検証の論点を抱えている。まず、農業においては、土壌の構成成分のみならず、土壌内細菌や降雨水準等の極めて多彩な初期条件が

収獲に大きく作用して来るため、有用な知識は概して経験的な事実や情報が多くを占めており、一般的理論が適合しないケースが多い。²⁶⁾特に農法と土壤そして土壤改良の論考は構図的で、流れをつかみやすいものであるが、実証面での検証が欠かせない。また、先行研究も、対象が一部の地域に限定されて、実証面での定量的な分析も不足しがちである。本稿が対象とするのはイギリス全体の動向であるため、マクロな状況を掴みかつ相互に比較検討するには、地域悉皆的な検証が必要となる。

第二節：ライミングの実態と農業改良

本節では、ライミングの実例を地域悉皆的に検証するべく、一次史料としてイギリス農業改良調査会（Board of Agriculture and Internal Improvement）によって18世紀末から開始された調査の報告書である、『農業に関する一般報告』（General View of the Agriculture、以後「一般報告」と呼ぶ）を分析する。同史料は、イギリス諸州（カウンティ）ごとに、それぞれの主に農業に関する状況を調査収集した情報を元に編纂された報告書であり、州によっては年月をおいて修正を施された版が発行されている。「一般報告」は、編纂者が各州で異なり、また編集された時期もまちまちで、伝聞的内容も多く含まれるなど必ずしも体系的な情報収集がなされているわけでもない。にもかかわらず、農業の詳細な状況を示した貴重な記録として、イギリス農業史研究では議会史料と並んで現在もなお第一級の史料と看做されている。この報告から、イングランド全州におけるライミングに関する情報を精査した。²⁷⁾

最初に、ライミングの実態について概観する。イングランド41州（ヨークシャー州は各ライディングを1州として数える）の内、ハンティントンシャー州とハートフォードシャー州を除く、39州においてライミングが行われていることを示す記述があった。さらに39州の内31州で、ライミングについて州全体で積極的な取り組みがあることを示す記述があり、州全体の

傾向について記述のない8州においてもライミングに関して否定的な論調はなかった。各地域・各農場の個別事例172例の内、ライミングによる効果が全くなかった、あるいはほとんどなかったことを示しているのは14例であった。ライミングが、イングランドのほぼ全域で一般的・普遍的な方法として普及していることがわかる。また、ライミングの散布手段や時期、適切なライムの投入量といった個別具体的な方法論についても、ほぼ共通的な理解として普及している。

同じように、輪裁式農法も、ローテーションの回数や作付け作物は各州で差異があるものの、41州全てで観察される。「一般報告」の編纂時期は1790年代から1810年代に集中しているが、記載されている情報はそこから二十年程度遡っているものが多く、ライミングと対となった形での輪裁式農法が、18世紀後半にはイングランド全域で普及していたと考えられる。

散布の実態を踏まえた上でその具体的な効果について、「一般報告」からは、当時の農業経営者（借地農）が、経験的事実としても理論的事実としても、誤りが含まれてはいるものの、ライムの効果をかなりの程度正確に掌握していたことが窺える。また、農栽培上の主たる定性的効果として、①酸性土壤の中和効果²⁸⁾②重土土壤の軽土化（膨軟化）²⁹⁾③病害虫・病原微生物の撲滅³⁰⁾④除草³¹⁾の四つが挙げられる。この事実からは、機械的・化学的農業投入財が出現する以前のこの時期の労働生産性上昇の課題に対しても手掛かりを得られる。重土は軽土と比較すると、耕起・耕耘に必要な人力・畜力は増大するが、軽土化によって要素投入量は軽減される。またグリッグは、除草は除草剤が20世紀に出現するまでは全て人力に頼り、かつ殺虫剤が開発されるまでは、有効な防虫・病虫害予防も、不可能であったとする³²⁾これを考えれば、ライミングのもつ土壤軽量化・除草・防虫効果は、労働節約・労働生産性上昇という点で大きな意味を持ち、特に後者の二つは、生産それ自体をも拡大させたと考えられる³³⁾。

ライミングで実現した効果の定量的な評価を一律に行うことは困難である。ライミングが施される以前と以後について数量的に示している事例を見

ると、バックinghamシャーの事例では、農地の地代がライミングの前後で2 シリング6 ペンスから25 シリングに、サマーセットシャーの事例では荒蕪地が農地に改良される過程で同じく地代が8 シリングから15～30 シリングに、ないしは4 シリングから30 シリングに増加している。また、レスターシャーの事例では、ライミングの前後で小麦収穫量が金銭換算にして5 ポンド10 シリングから15 ポンド10 シリングへ、大麦収穫量が重量換算で8 ブッシェルから32 ブッシェルに増大したとされている。³⁴⁾ 以上のように、ライミングが行われた全ての事例において収穫が何倍にも増大したと考えるのは非現実的だが、ライミングに効果があったことを示す158 事例の内37 事例において、単なる効果ではなく、素晴らしいとか驚異的といった、何らかの肯定的な形容が付属した記述が認められる。ライミングが行われた事例のうち、20%強において非常に大きな効果があったことが窺える。

次に、ライミングが行われた土壤に関してである。繰り返しになるが、イギリス農業史研究の文脈では、ライムはその効果から通常は粘土質土壤に散布され、それにより中耕作物の導入が容易ならしめられたと理解されているのが常である。しかし、「一般報告」からは、粘土質やローム質といった重土土壤に対してだけではなく、砂質をはじめとする軽土土壤にもライミングが積極的に行われ、かつ収穫上の効果を上げている事例が見受けられる。土壤について言及のある63 事例の内、12 事例で砂質土壤にライミングが展開され効果を上げたとの記述が、さらにこれ以外にも少なくとも4 事例で砂質土壤でのライミングを示唆する記述がある。これらをどのように解釈するかは難しい部分もあるが、先に挙げた③や④の効果が認められた可能性がある。またウースターシャー州北部及び北東部地域やヨークシャー州ウェストライディングの事例のように、軽土にライミングされることで土壤の風化が抑制されるといった効果を示唆する記述も認められる。³⁵⁾ この他にも、対象土壤としてはclayやstrong clayやといった粘土質土壤が多いものの、それ以外のほぼあらゆる種類の土壤においてもライミングがなされたことを示す記述が各所にある。

とはいえこれらは、地域や土壌において何らの分別もなくライミングが為され、それによって効果が上がったことを意味しているわけではない。例えば、ヨークシャー州イーストライディングに位置する Yorkshire Wolds（ハンバー川以北）では、ライミングは全く行われておらず、その理由として同地の土壌には既に過分の炭酸カルシウム成分が含まれているからであると考えられる。さらに、サリー州の事例では、同じ炭酸カルシウム成分の粘土土壌であったとしても、石灰石を基盤として表土が覆っている事例と石灰石の心土（sub soil）が表土と入り混じっている事例では、前者では混合が生じないためライミングが必要であるが、後者では混合が生じているためにライミングしても無意味であったことを示す記述がある。³⁶⁾ これらの事例は農学的知見と矛盾しない。以上を考えると、土壌自体が強く炭酸カルシウム成分を含有している地域では、やはりライミングの必要性は低く、かつ実際の事例も少なかった一方で、ライミングが施された土壌は、従来考えられていた以上に多様であり、かつその発揮された効果も多彩なものであったと考えられる。

この上で、ライミングの状況を、従来、輪裁式農法の普及という点から対照的な地域として比較されることの多かった南東部とミッドランズの二つの地域に分けて概観し、先行研究と関連させて論ずる。

まず、南東部であるが、そのテムズ川以南は Weald と呼ばれる一帯であり、特にこの Weald でライミングが盛んに展開されたことが確認できる。Weald は南北両境界を North Downs と South Downs に縁どられているが両丘陵と比較して酸性度が高いことも整合的であり、また先行研究とも矛盾しない。一方で、イーストアングリアと総称される地域では、特にエセックス州の報告が詳しいが、同州でライミングが普遍的に展開されていることに加え、チョーク土壌においてもライミングが行われている点が注目される。またノーフォーク州東部地域ではマーリングが施された土壌に、さらにライミングが大々的に展開されている。やや内陸寄りの、軽土が多くを占めるバッキンガムシャー、オックスフォードシャーでもライミングが一般的に普及し効果を挙げている。基本的に南東部は、アルカリ性が強い土壌が多くを占め

ており、土壤改良の必要性は他地域と比較すれば必ずしも高くない。また、先行研究からは、一定の土壤改良が必要な East Anglian Boulder Clays のような粘土質土壤であっても、基盤には石灰質成分を含んでいる場所が多いため基本的にマーリングが用いられ、近隣の London Clays や Chiltern Dislope でも同様であったとされている。³⁷⁾しかし「一般報告」からは、このような南東部においても、ライミングが大規模に展開されたことが窺える。

次にミッドランズである。先行研究ではスタージェスが同地域の重粘土地帯に注目し、排水が非常に困難であったため 19 世紀初頭までの技術水準では多様な土地改良技術のその導入が不可能であり、1840 年代にパイプ型機構を用いた暗渠排水が投入されるまで、同地帯では新農法による農業革命が生じ得なかったと主張されてきた。³⁸⁾しかし「一般報告」の記述からは、ダービーシャー、レスターシャー、ワーウィックシャー、ウースターシャー等のミッドランド諸州でも他地域と変わらずライミングが行われて、これによって農業生産が大きく増加していることが窺える。記述では、農業用生石灰等は土壤が浸水あるいは半浸水状態となる雨季に散布することは不適切であり、雨季のシーズンを避けて散布することが強く推奨されている。³⁹⁾またライム自体が肥料というよりも土壤改良剤であって、少量頻回投入ではなく、数年～十数年に一度に大量投入することが有効であるとされていることから、スタージェスの言う重粘土地帯における水捌けの悪さが、土壤改良に悪影響を与えた程度は、少なくともライミングに関しては限定的であり、同地域においてもライミングと対になった輪裁式農法は既に 19 世紀以前から広く普及していたと考えられる。

最後に、各個別事例から単位エーカー当たりライミング投入量から観た地域別のより詳細な傾向についても述べておく。オックスフォードシャー、バッキンガムシャー、エセックスの各事例では投入量が 100 ブッシェルを超えているところが多く、穀倉地帯である南東部におけるライミング量は他地域と比較して量的に大きい。ドーセットシャー、デヴォンシャー、コーンウォールといった南西部諸州では平均値が 100 ブッシェルに明らかに届か

ず、これらの地域の酸性度が比較的高いことを考えれば、その改良度合は発展途上といえる。ミッドランドに関しては情報が少ないが、リンカンシャーやノッティンガムといった東寄りの辺縁に位置する州ではライム量はやや少なく、これらの土壌が比較的アルカリ度が高いことが関連しているかもしれない。ランカシャーやヨーク諸州、ダラム、ノーサンバランド、ウェストモアランドといった北部ではライミング量は 100 ブッシュェルかそれよりやや少ない程度であるが、一部で非常に大量のライミングが為されている事例が散見され、その大半は新規開墾された土地に対する投入量である。北部における未開拓荒蕪地の多さや土壌の酸性度の高さなどが背景にあるものと推測される。ライム投入量という点から観る限り、イギリス農業におけるライミングは、それぞれ穀倉地帯の拡大発展と荒蕪地の新規開拓という違いはあれど、南東部と北部に重心があったように思われる。

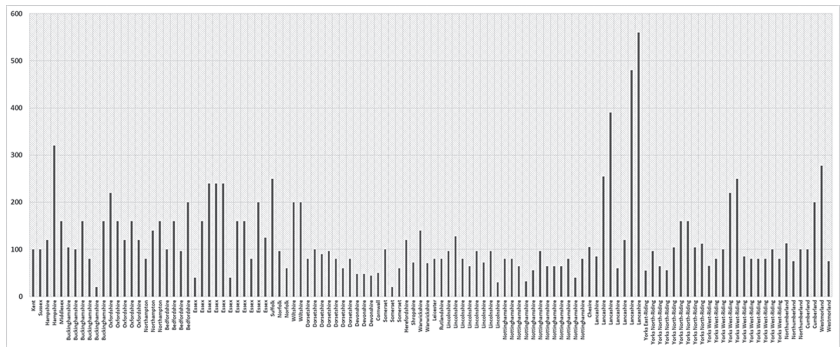


図6 イングランド諸州における単位エーカー当たりライム投入量

出典：一般報告の諸州に関する記載から。

注釈：横軸に州名、縦軸にライム量で単位はブッシェル。

以下では、散布されてきたライムがどのような燃料を使用することで生産されてきたのかについて考察する。この目的のために、再び「一般報告」を用いて、各州ごとにライムの焼成用燃料とその関連項目について検証した。

使用された燃料の、地域別の傾向を分析する。サリー、ケント、サセックスといったテムズ川以南の諸州では、主に高木性樹種から採取された枝葉

等が粗朶として使用されている。同地域の Weald がイングランドでも有数の森林地帯であることが背景にある。バッキンガムシャー、オックスフォードシャー、ベドフォードシャーなどのミッドランド南部の低地地域では、低木性樹種として分類されるハリエニシダが燃料として使用されている。またデヴォンシャーやコーンウォールといった南西部においても同様にハリエニシダが使用されている。しかしながらイングランド全体を通じて概観すると、ライム焼成のための最も大きな燃料は石炭である。ヨーク諸州、ノーザンバランド、チェシャー、ダービーシャー、ウースターシャー、シュロップシャー、ヘレフォードシャー、グロスターシャーでは石炭のみが使用され、前述の木質系資源を用いているミッドランド南部や南東部諸州においても、石炭が主ないしは副として併用されていることがほとんどである。

さらに注目すべきポイントとして、複数の州においてライム焼成に必要とされる燃料の不足が指摘されている点である。ノーザンプトン、ベドフォードシャー、グロスターシャー、ウェストモールランドでは、焼成用燃料としての石炭の不足がライム生産の障害となり、農業部門に必要量を十分に供給できない事態にあったという記述が認められる。明言はされていないもののウィルトシャーもほぼ同様であり、オックスフォードシャーでは燃料としてのハリエニシダが伐採され尽くした結果枯渇しているとされている。さらに、デヴォンシャーの事例では、焼成用原料としての石灰石について、同じ重量で比較した場合燃料消費の少なくて済む性質を持つ原料が選好されるといった記述がある。⁴⁰⁾

以上から、ライムのその焼成用燃料としては主に石炭、その他にハリエニシダ等の粗朶が用いられたこと、不足しがちであった伝統的燃料よりも石炭が選択され、同じ石炭であってもより少ない燃料での焼成が志向されたこと、焼成においては燃料コストが制約要因として作用し、燃料不足がそのままライム不足に直結したことなどが見て取れる。「一般報告」の検証により、18 世紀後半には、地域・土壌・作物によって量的な差はあれど、イングランドの全域でライミングが行われ、それにより農業生産が拡大したこと、ラ

イムの焼成においては石炭が燃料として不可欠であったことが理解できた。

おわりに

最後に、本稿が持つ含意を、冒頭でも触れた既存の研究潮流に位置付ける形で、示しておきたい。

イギリス石炭産業史研究では、産出された石炭の部門毎による需要割合について推計が行われている。18世紀から1830年代までを担当したフリンによれば、1800年代におけるイギリス石炭消費量の35%の内の相当部分がライム生産に投入され、その最大の消費者は農業であったという。⁴¹⁾ライム生産はダービーシャーやレスターシャーといった石灰産業が集中していた地域を除いて、最終需要者である農場の近隣で担われた事例が多いため地域的に分散しており、実際にどの程度の石炭がライム焼成のために投じられたかは判然としない。とはいえ本稿は、相当量の石炭を消費することによって生産されたライムが、農業にもたらした効果について具体的に明らかにしている。

次に、近代イギリスの発展の大きな要因を、薪炭等のバイオマスを中心とする木質系資源から石炭を主とする化石燃料資源への転換に求めるエネルギー史研究の文脈においてである。ここでは、化石燃料が経済社会にもたらす意義を、古典派経済学で提唱された定常状態 (stationary state) からの離脱という意味合いで説明したマラニマの論考を参照する。⁴²⁾マルサスははじめとする古典派経済学者らは、労働と資本に加えて土地を本源的要素として重視しており、前近代社会においてその思考は基本的に妥当であった。人口の増大速度が、土地や資本のそれを凌駕すれば、一人当たりが活用可能な資本や土地の量は低下し、それは限界労働生産性の低下を引き起こして貧困を招く。前工業化時代においてその解決は、農業のさらなる労働集約化による土地資源の節約しかないが、労働と土地の代替性が大きくない以上、新たな土地の追加的投入が無ければ限界労働生産性は逡減を続けて定常状態に至り、経済成長は静止してしまう。しかし石炭の活用は、例えば薪炭といっ

た、土地が産出する森林資源の多くを代替することで、土地を大きく節約し、発展的拡大が再び可能となる素地を作り出す。

以上の説明は説得的であるが、やや理論面へと傾いている上、マルサスの制約を突破する上で最も重要な食糧生産の増大に対する説明には必ずしもなっていない。これに対し、本稿で得られた知見からは新たな説明を加えることが可能となる。石炭は、薪炭のような森林産出物（forest product）を代替してそれにより土地を節約するといった受動的な役割だけではなく、主穀作付けに適した新規耕作地を作り出し、かつ既存耕作地を更新するという積極的な役割を担ったのである。エネルギー史研究の文脈において不足していた、石炭エネルギーと食糧生産との関係性を本稿で明確に確認することができた。

一方で、ライミングだけで石炭が農業生産に果たした役割の全てを指摘できたわけではなく、この他に、特にイングランド東部の大低湿地帯群（Great Level of the Fens）を穀倉化ならしめるのに重要な貢献をなした蒸気動力排水や、農業投入財・産出物の大量・高速な輸送を担った蒸気動力交通機関についての検証もされねばならず、今後の課題として残されている。

題目として「農業革命」という文言を挿入しているが、このイギリス農業革命なる概念はイギリス史を語る上で必ず繙かれるほど人口に膾炙した言葉である。しかし、過去多くのイギリス農業史研究者がその定義を行いながら、依然として研究者間ではほとんど合意がなく、近年では「農業革命」なる概念自体を放棄するべきだとの主張もあるほど、混乱した歴史用語でもある。このような事態に至った理由として、農法を含む様々な新しい技術が導入された時点をもってその時期を「農業革命」と看做することが多かったという、イギリス農業史研究者に特有の姿勢がある。囲い込みによって新たな農法の導入が初めて可能となったのであるから、農業革命は1760年から1830年の間に達成されたのだとするアーノルの説に対して、農業における革新的な技術は既に16世紀後半には出現していたのであるから農業革命の起点はアーノルの説より2世紀遡らなければならないとするケリッジの厳しい反論

などは、良く知られている。⁴³⁾ この他にも、農業技術上の革新をどこに求めるかは研究者によって多くの意見があり、その技術が歴史の記録に現れた時点をもってそれぞれが「農業革命」を定義しているのであるから、混乱が生まれるのも当然であろう。

しかしながら國方は、従来のイギリス農業革命研究史を批判的に考察した論考の中で、農業はそれ自体単独で検証されるべきものではなく、非農業人口に安定的に食糧を供給し扶養させるという責務を果たし得たのかという点で評価されるべきとする。そして彼は、リグリーとスコフィールドが主張するように、人口成長率と食糧価格の相関関係の転換が発生した18世紀後半こそが、農業革命の時期であるという主張を展開している。⁴⁴⁾ 筆者はこの國方の見方に強く賛同し、その文脈で題目として「農業革命」という文言を用いた。

また、國方と同じく伝統的な農業革命像に対して懐疑的な視線を向けるグリッグの、以下の指摘も重要である。つまり、農業における技術導入と技術普及は異なるものであって厳密に区別されるべきであり、従来のイギリス農業史研究者の関心は技術導入に傾き過ぎた結果、その技術が具体的に生産性や生産量にどのように貢献したのかは軽視されすぎているという主張である。⁴⁵⁾ これは、ジョンストンとニールセンが指摘した、「直接因子」と「間接因子」と名付けた異なる種類の要因群を分けて考察するべきとする歴史的思考法とも関連してくる。⁴⁶⁾ 弾力的な食糧供給を可能とする農業生産の拡大を考察する際、囲い込みといった効果の曖昧な制度的社会経済的変化ではなく、より実物的で生物学的な要素が重視されるべきである。その意味で本稿は、グリッグやジョンストンらの見解にそった分析である。

輪裁式農法自体は既に17世紀末に、地域によってはそれより以前から出現していた。技術導入は既に何世紀も以前から始まっていたのである。しかし、それがイギリス全体における農業生産の拡大というマクロな効果を發揮するには、同農法が空間的に普及し、かつ時間的に継続されなければならなかった。そして、イギリスの土壌その他の初期条件を考慮に入れば、輪裁式農法を有効に運用する上で、ライミングは不可欠であり、ひいては燃料と

しての石炭の安定的な供給確保が重要だった。食糧生産の「直接因子」として輪裁式農法という技術が普及する上で、石炭が決定的な役割を果たしたのである。

[注]

- 1) 長谷貴彦2012、54-55頁。
- 2) リグリー 1991, Wrigly2010, Wrigly2016. この他に Malanima2006, Kander, Malanima and Warde2013.
- 3) 國方 2011.
- 4) Wrigley & Scofield1981, pp.406-480. 一方でこれとは異なる推計もある。Allen and Grada1988.
- 5) Overton1996, p.75, 國方 2011、48-50頁。
- 6) ミンゲイ & ジョーンズ 1978、107-108頁、服部2017、137-174、217-255頁。
- 7) Kerridge1967, Mingay1988, Mingay1989, Thirsk1987, Overton1996, Williamson2002, アレン 2017.
- 8) グリッグ 2001, p.178.
- 9) 高橋 1991、27-41頁。
- 10) マメ科作物の窒素固定能力に関しては、Russell1956, pp.595-599, Loomis1978, Chorley1981, Allen 2008. また、植物栽培にとって窒素・リン・カリウムが必須三要素とされるが、この三つの中でも土壌中の窒素量水準が産出量に対して最も大きな影響を与え、かつ、少なくともムギ類においては、窒素が原初の段階で存在しなければ他ミネラル成分が栄養効果を発揮することもないことが、農業圃場試験場における長期実験の推移から知られている。高橋 1991、67-72頁。
- 11) Williamson2002, pp.67-70, 89-92.
- 12) UK Soil Observatory | Natural Environment Research Council (アドレス) <http://www.ukso.org/SoilsOfEngWales/home.html> (2021 年 7 月 22 日最終接続). 掲載されている情報は 21 世紀現在のイギリスにおけるそれであるが、1850 年代における JRASE 報告をベースに 20 世紀後半に作成されたマップと、今回のオンラインデータベースの情報はほぼ重なり合っている。Trimmer1851, Mingay1989, p.81.
- 13) グリッグ 2001, pp.44-47.
- 14) Thirsk1987, p.28.
- 15) Caird1852, Martin and Williamson1998, pp.204-209, Williamson2002, pp.158-163.
- 16) Grigg1965, Grigg 1966, pp.194-197.

- 17) Williamson2002, p.156.
- 18) Williamson2002, p.150.
- 19) Williamson2002, pp.115-138.
- 20) Williamson2002, pp. 67-69. 表土からの脱アルカリ化・酸性化の進行具合の、各種土壌による違いについては、関谷1954。
- 21) Cheshire1813, p.226, 312.
- 22) Williams1989.
- 23) ライムが、炭酸カルシウム成分土壌付加措置における重量財遠距離輸送の問題を解決するための手段であったことを示した記述として、Berkshire1813, p.361, Essex1813, p.212, 216, 225, Hertford, p.165, Lancashire1815, pp.278-279..
- 24) Collins1978, Havinden1974.
- 25) Williamson2002, pp.89-92,120-124.
- 26) Yorkshire West-Riding1799, p.158.
- 27) 同史料を使用した場合における出典の示し方であるが、「カウンティ名・発行年度・ページ数」として統一する。例えば1808年に発行されたベドフォード州に関する調査報告書の15ページであれば、「Bedford1808,p.15」となる。
- 28) Bedford1808, p.333, Berkshire1813, p.361-362, Leicester1813, p.196, Nottingham1813, p.105, Shropshire 1813, p.233, Somerset1798, p.105. Yorkshire West-Riding1799, p.140.
- 29) Bedford1808, p.499, 504, Buckingham1813, pp.269-270, Leicester1813, p.196.
- 30) Bedford1808, p.504, Berkshire1813, pp.661-662, Dorset1815, pp.209-213, Lancashire1815, p.314, Leicester 1813, p.122, 196, Nottingham1813, p.12, Sussex1813, p.83, Leicester1813, pp.361-362.
- 31) Bedford1808, p.455, 504. Berkshire1813, pp.661-662, Dorset1815, p.106, 289, 351-352, Nottingham 1813, p.105, Shropshire1813, p.235, Somerset1798, p.105. Yorkshire North-Riding1800, p.235.
- 32) グリッグ 2001、45、110-111 頁。近代以前では特に播種床の準備と雑草の除去に農民は多くの時間を費やしてきたとされる。また、病害虫による農業に対する被害は、史的制約もあってこれまで歴史家達にはほとんど無視されてきたとしているが、少なくとも悪天候と同程度には穀物収穫に悪影響を与えたであろうとしている。また農業技術が進展した現在においても、全収穫の20%が病害虫によって喪われているとし、産業革命以前には有効な手立てはほとんどなく、そもそも欧米で殺虫剤や殺菌剤が普及したのも第二次大戦以後になってからのことであったという。
- 33) これと関連して、土壌改良剤としての性質を持つ肥料はライムしか存在しないとされる。Buckingham1813, p.269.
- 34) Buckingham1813, p.269, Somerset1798, p.74, 105, Leicester1813, p.105.

- 35) Worcester1813, p.198, Yorkshire West-Riding1799, p.156.
- 36) Yorkshire East-Riding1812, pp.208, Surry1813, p.502.
- 37) Martin and Williamson1999, pp55-60, 175-178, Williamson2002, pp.89-92,120-124.
特に前者が詳細である。
- 38) Sturgess1966, Sturgess1967.
- 39) Warwick1815, p.155.
- 40) Bedford1808, pp.496-497, Devon1808, p.54, 60, 63-64, 68, Gloucester1807, p.22, 270,
Northampton1813, p.163, 228, Oxford1813, p.232, 234, 262, Sussex1813, p.204, 209,
Westmorland1794, pp.14-15, 29, Wilt1794, pp.65-66.
- 41) Flinn1984, pp.238-239.
- 42) Malanima2006.
- 43) Ernle1919, Kerridge1967.
- 44) 國方 2011、40-42 頁。
- 45) グリッグ 2001、139-150、165-172 頁。
- 46) 直接因子とは生産量・生産性の向上をダイレクトにもたらす農業経営上の技術変化であり、例えば新品種や労働節約的機械の導入などである。環境因子とはこのような経営上・技術上の変化をもたらす制度や経済環境の変化である。囲い込みや農業経営貸付金制度などはこれにあたる。従来の農業研究では両者を混同して論じたものが多かったため混乱を招いたとされる。Johnston and Nielsen1966, Johnston1970, グリッグ 2001、152 頁。

[引用・参考文献]

〈一次史料〉

◇イギリス農業改良調査会 (Board of Agriculture and Internal Improvement) 報告

◇同時代刊行物 (年代順)

J. Trimmer, 'On the Agricultural Geology of England and Wales,' *Journal of Royal Agricultural Society of England*, vol.12, 1851, pp.445-495.

James Caird, *English Agriculture in 1850-51*, London, 1852

Lord Ernle, *English Farming: Past and Present*, London, 1919

◇イギリス土壌データベース / オンラインソース

UK Soil Observatory | Natural Environment Research Council

(アドレス) <http://www.ukso.org/SoilsOfEngWales/home.html>

〈二次史料〉

◇邦文文献

R・C・アレン (眞嶋史叙・中野忠・安元稔・湯沢威訳) 『世界史の中の産業革命 資源・

人的資本・グローバル経済』、名古屋大学出版会、2017年

C・S・オーウィン(三澤獄郎訳)『イギリス農業発達歴史』御茶ノ水書房、1978年

大野良雄(麻生産業株式会社田川工場)「石灰の製造について」『石膏と石灰』第18巻、1955年、986-994頁。

國方敬司「イギリス農業革命研究の陥穽」『山形大学紀要社会科学』第41巻第2号、2011年

國方敬司「イギリス農業革命からみたフェンとマーシュ」『東北学院大学経済学論集』第177号、2011年

國方敬司「イギリス農業革命はどのようにとらえられるべきか ―プロザロウ再読―」『山形大学紀要社会科学』第44巻第2号、2014年

ディヴィッド・グリッグ(山本正三・手塚章・村山裕司訳)『農業変化の歴史地理学』二宮書房、2001年

関谷道雄「イギリスにおける農業用石灰の役割と指針」『石膏と石灰』第13巻、1954年、599-607頁。

重富公生『イギリス議会エンクロージャー研究』、勁草書房、1999年

渋谷孝太郎「1660年から1846年までのイギリス穀物法の歴史的意義」『明大商學論叢巻』第64巻、第4号、1982年、1-20頁

高橋英一『肥料の来た道変える道 ―環境・人口問題を考える―』研成社、1991年

田淵淳一「「農業革命」研究の動向と課題」『經濟學研究』、第32巻3号、1982年11月、269-290頁。

田淵淳一「「農業革命」研究の動向と課題(続)」『經濟學研究』、第32巻4号、1983年3月、271-301頁。

田淵淳一「イギリス資本主義農業の発展(1660-1760): とくに輕土地帯を中心として」『經濟學研究』、第33巻4号、1984年3月、82-110頁。

田淵淳一「イギリス重土地帯における資本主義的農業の展開(1660-1760)」『經濟學研究』、第35巻2号、1985年9月、58-97頁。

長谷川貴彦『産業革命 世界史リブレット』山川出版社、2012年

C・S・ミンゲイ・E・L・ジョーンズ『イギリス産業革命期の農業問題』成文堂、1978年

E・A・リグリイ(近藤正臣訳)『エネルギーと産業革命 - 連続性・偶然・変化 -』同文館、1991年

◇欧文文献

R. C. Allen, 'Enclosure and the Yeoman: The Agricultural Development of the South Midland 1450-1850', *Economic History Review*, 2nd Series, vol.21, no.1, 1968

R. C. Allen and C. Ó Gráda, 'On the Road Again with Arthur Young: English, Irish, and French Agriculture during the Industrial Revolution', *The Journal of Economic History*, vol.48, no.1, Mar, 1988, pp.93-116.

R. C. Allen, *Enclosure and the Yeoman: The Agricultural Development of the South Midland*

1450-1850, Oxford, 1992

- R. C. Allen, 'The Nitrogen Hypothesis and the English Agricultural Revolution: A Biological Analysis', *The Journal of Economic History*, vol.68, no.1, Mar, 2008, pp.182-210
- G. P. H. Chorley, 'The agricultural revolution in Northern Europe, 1750-1880; nitrogen, legumes and crop productivity', *Economic History Review*, vol.34, 1981, pp.71-93.
- J. D. Chambers and G. E. Mingay, *The Agricultural Revolution, 1750-1880*, Batsford Ltd, 1969
- E. J. T. Collins, 'Dietary Change and Cereal Consumption in Britain in the Nineteenth Century', *Agricultural History Review*, vol.23, Pt2, 1975
- M. W. Flinn, *The History of the British Coal Industry*, vol.2, 1700-1830, Clarendon Press, Oxford, 1984
- D. Grigg, 'Changing Regional Values during the Agricultural Revolution in South Lincolnshire', *Transactions and Papers (Institute of British Geographers)*, no.30, 1962, pp.91-103.
- D. Grigg, 'An Index of Regional Change in English Farming', *Transactions of the Institute of British Geographers*, no.36, June, 1965, pp.55-67-96.
- D. Grigg, 'The Changing Agricultural Geography of England: A Commentary on the Sources Available for the Reconstruction of the Agricultural Geography of England, 1770-1850', *Transactions of the Institute of British Geographers*, no.41, June, 1967, pp.73-96
- D. Grigg, *The Agricultural Revolution in South Lincolnshire*, Cambridge, 1966
- M. Havinden, 'Lime as a means of Agricultural improvement: the Devon example', in C.W. Chalkin and M. Havinden, *Rural Change and Urban Growth 1500-1800*. Essays in English Regional History in Honour of W G Hoskins, 1974, pp.104-134.
- E. L. Jones, 'English Farming before and during the Nineteenth Century', *Economic History Review*, 2nd Series, no.15, 1962-3.
- B. F. Johnston and J.T. Nielsen, 'Agriculture and structural transformation in a developing economy', *Economic Development and Cultural Change*, vol.14, 1966, pp.279-301.
- B. F. Johnston, 'Agriculture and Structural Transformation in Developing Countries: A Survey of Research', *Journal of Economic Literature*, vol. 8, no. 2, Jun, 1970, pp.369-404.
- A. Kander, P. Malanima and P. Warde, *Power to the People*, Princeton, 2013
- E. Kerridge, *The Agricultural Revolution*, London, 1967
- R.S. Loomis, 'Ecological dimensions of Medieval agrarian system: an ecologist responds', *Agricultural History*, vol.52, 1978, pp.478-483
- P. Malanima, 'Energy crisis and growth 1650-1850: the European deviation in a Comparative', *Journal of Global History*, vol.1, March, 2006, pp101-121.
- W.M.Mathew, 'Marling in British Agriculture: A Case of Partial Identity', *Agriculture History Review*, vol.41, 1993, pp.97-110.

- G. E. Mingay, *Agricultural Revolution: Changes in Agriculture, 1650-1880*, Adam & Charles Black, 1977
- G. E. Mingay (ed.), *The Agrarian History of England and Wales: Volume VI 1750-1850*, Cambridge, 1989
- M. Overton, *Agricultural Revolution in England: The Transformation of the Agrarian Economy 1500-1850*, Cambridge, 1996
- E. J. Russell, *Soil Condition and Plant Growth*, London 1956, pp.595-599.
- R. W. Sturgess, 'The agricultural revolution on the English clays', *Agricultural History Review*, vol.14, 1966, pp.104-121.
- R. W. Sturgess 'The Agricultural Revolution on the English Clays: A Rejoinder', *Agricultural History Review*, vol.15, 1967, pp. 82-87.
- J. Thirsk, *England's Agriculture Regions and Agrarian History, 1500-1750*, Studies in Economic and Social History, Oxford, 1987
- F. M. L. Thompson, 'The Second Agriculture, 1815-1880', *Economic History Review*, 2nd series, vol.21, no.1, 1968, pp.62-77.
- M. Turner, 'Arable in England and Wales: Estimate from the 1801 Crop Return', *Journal of Historical Geography*, vol.7, no.3, 1981
- S. Wade Martin, T. Williamson, *Roots of Change: Farming and the Landscape in East Anglia 1700-1870*, Exeter, 1999
- R. Williams, *Limekilns and Limeburning*, Aylesbury, 2004
- T. Williamson, *The Transformation of Rural England: Farming and the Landscape 1700-1870*, Exeter, 2002
- T. Williamson and P. Warde, 'Seeing the Wood for the Trees: the diversity of local fuel sources and the transition to a coal burning economy in England', Forthcoming.
- E. A. Wrigly, R. S. Schofield, *The Population History of England 1541-1871: A reconstruction*, Cambridge, 1981
- E. A. Wrigly, *Energy and the English Industrial Revolution*, Cambridge, 2010
- E. A. Wrigley, *The Path to Sustained Growth: England's Transition from an Organic Economy to an Industrial Revolution*, Cambridge, 2016

SUMMARY

Quicklime and fuel for calcination in the British Agricultural Revolution

Yu OHNISHI

In recent years, there has been a growing interest in the view that the British Industrial Revolution was an energy revolution. The purpose of this article is to demonstrate how coal energy has contributed to the expansion of agricultural production.

Based on the relationship between demographics and real wages, British agriculture had achieved a level of food production by the end of the 18th century that was sufficient to support the population growth. The expansion of agricultural productivity during this period was due to the increasing of cultivated area and the rise in labor productivity. According to agronomic theory, the only way that can actively renew nitrogen is a rotation farming with intertillage crop. The main reason for the expansion of grain production was the spread of this farming method. However, the soil environment in which intertillage crop could be grown was limited. The only area was the southeast of England, where there is an abundance of so-called light soil. On the other hand, historical records show that cultivated land expanded in other part of the southeast where light soil is scarce, and in the north where light soil is almost non-existent, suggesting that soil improvement with quicklime was implemented.

In this study, I use the 'General View of the Agriculture of the County' (GVAC) as the main historical source. According to GVAC, by the latter half of the 18th century, the rotation farming had spread to almost all parts of England. In order to introduce the rotation farming, large-scale soil improvement with the application of quicklime for agricultural was developed, especially in the southeast and north of England. More importantly, a large amount of coal was used as a fuel for calcination in the production of quicklime, and in areas where coal was either expensive or scarce, the agricultural sector could not obtain the required amount of quicklime.