

植物栄養学の先達たち — 6 —

ウォーリントン親子とロザムステッド

京都大学名誉教授

高 橋 英 一

ロバート・ウォーリントン

ウォーリントン (Robert Warington junior) はローズの顧問化学者であったRobert Warington seniorn*1の息子として、1838年にロンドンで生まれました。彼は体が弱かったので正規の学校へも大学へも行きませんでした。そのかわり彼は薬剤師会館 (Apothecaries Hall) で教育を受け、父親の実験室で化学を学び、ファラデーやホフマンなどの講演を聴いたりしました。

体が弱かった彼は農村での仕事口を探し、1859年21歳のとき、ローズの小麦と牧草の灰分分析を手伝う無給の助手としてロザムステッドで一年間を過ごしました。このとき彼はロザムステッドで行われていた研究に非常に興味を惹かれましたが、1860年にはロンドンに戻り、しばらくの間サウスケンジントン (South Kensington) で研究助手として働きました。

1862年、彼はサイレンスター (Cirencester) の王立農業カレッジ (Royal Agricultural College)

に分析の専門家の一人として入りましたが、ここで最初のすぐれた論文を発表しました。それは水溶性のリン酸が土の中で不溶性にかわる問題で、彼は土の中の鉄、アルミナがリン酸と結合して不溶性にする化学反応であるとししました。しかしリービヒはこれを認めず、木炭が物質を吸着するような物理的反応であると主張しました。

ウォーリントンは非常に勤勉家で、自分の仕事のほかにロザムステッドの肥育試験に供試された多数の家畜の灰分分析をひきうけて、ローズを助けたりしました。1863年には助手となり、翌年からは学生たちにローズの同意 (ギルバートではない) を得て、ロザムステッドで行われた試験について講義を始めました。1866年にはそれを本にまとめる準備にかかり、1881年に "The Chemistry of the Farm" として刊行されましたが、これは20年間に14刷と4回の改訂を重ねるといふ、当時の農学の教科書のベストセラーになりました。

講義を始めたウォーリントンは1865年頃からギ

本 号 の 内 容

§ 植物栄養学の先達たち — 6 — ウォーリントン親子とロザムステッド 京都大学名誉教授	1
高 橋 英 一	
§ 西南暖地の代かき同時土中点播栽培における 肥効調節型肥料を用いた省力施肥技術	6
九州沖縄農業研究センター 水田作研究部 水田土壌管理研究室 室 長	
土 屋 一 成	
§ 肥料の常識・非常識 (8)	12
越 野 正 義	
§ 旧加賀藩政時代の虫塚から学ぶこと (後編)	13
石川県農業総合研究センター 生産環境部 病理昆虫科 農業研究専門員	
森 川 千 春	
§ 2004年本誌既刊総目次	17

ルバートに頻繁に手紙を送り、ロザムステッドで行われている試験の結果の詳細を尋ねていますが、その中でしばしば小さいくいちがいや返事が遅いことを指摘しています。後にローズを大変悩ますことになるギルバートとウォーリントンの関係の悪化は、この頃から始まったと思われます。

1867年ウォーリントンはサイレンスターを去り、MillwallのLawes Tartaric & Citric Acids Factories (前回紹介)の化学の専門家になりました。1876年ローズは試験研究に新天地を開こうとして、若い頃から関心があった土壤中の炭素と窒素の変化の問題を研究させるため、ウォーリントンをロザムステッドに招きました。

こうしてウォーリントンはギルバートと同じ屋根の下で仕事をする事になりましたが、これについてローズは事前にギルバートに相談していませんでした。ギルバートはこの暗黙の権利侵害に激怒し、ためにローズは二回にわたって第三者に二人の調停を依頼することを余儀なくされました。結局ウォーリントンはローズの私的な助手として、一年だけ実験室で仕事をする事でギルバートは同意しましたが、一年がたってもウォーリントンは居続けることとなります。

ウォーリントンは硝酸、塩素、炭素の測定法を改良し、ロザムステッドで雨水、排水、井戸水の硝酸、塩素や土壤中の硝酸、炭素の測定を始めました。丁度この頃、下水の浄化中に起こる硝酸の生成は微生物によって行われることが発見されました。すなわちフランスのSchloesingとMuntzは、殺菌剤によって硝酸化成が止まること、殺菌剤を除いて下水を少々加えると硝酸化成は再開することを1877年に発表しました。ウォーリントンは早速これを土壤で試験して同様な結果を得、畑作物は土壤から硝酸態窒素を吸収することを確認しました。

ついで彼は硝酸化成に関与する微生物を明らかにしようとして、mycodermと考えられるものをアンモニウム塩溶液に加えたところ硝酸が、ときには亜硝酸が生成しました。さらに1879年にはアンモニアを亜硝酸に、1881年には亜硝酸を硝酸にそれぞれ酸化する液体培養に成功し、硝酸化成はアンモニアから亜硝酸および亜硝酸から硝酸への

酸化という二段階で行なわれることを明らかにしました。

1886年彼はこの微生物を純粋分離したいと思い、ロンドンのブラウン研究所 (Brown Institute)に行き、ゼラチン培養基で細菌を培養するコッホの新技术を学びました。そしてロザムステッドに戻り、この方法を用いて土壤から沢山の微生物を分離してその化学的特性を調べたところ、それらの多くは亜硝酸の生成と酸化をすることができたが、純粋分離することは中々出来ませんでした。ところが1891年になってウイノグラドスキー (Sergei N. Winogradsky 1856-1953) がアンモニア酸化菌と亜硝酸酸化菌の分離に成功しました。

ウイノグラドスキーは、硫黄や鉄の無機化合物を酸化してそのエネルギーで炭酸固定を行なう「化学合成細菌」を研究していましたが、硝酸化成を行なう菌もこれと同様な性質をもっているのではないかと考えました。化学合成細菌は有機物は不要であり有害でさえあるので、彼は有機のゼラチン培養基ではなく無機のシリカ培養基を使い純粋分離に成功したのでした。ウォーリントンはゼラチン培養基を使い続けたため、いま一步のところでウイノグラドスキーに及びませんでした。しかし微生物学者としての名声は高まり、王立協会のフェローの地位を得ました。

一方この間もウォーリントンとギルバートとの関係はこじれ続けました。1884年になるとギルバートはウォーリントンに全く口をきかなくなりました。両者の確執の問題は、1889年に設置されたLawes Agricultural Trustの委員会できりあげられ、裁定の結果ウォーリントンは1890年末をもってロザムステッドを去ることになりました。

1891年ウォーリントンは委員会から提供された第一回のLawes Agricultural Trust Lecture^{*2}の講演者としてアメリカに行き、硝酸化成の問題などについて話をしました。帰国後彼はMillwallのLawesの工場でパートタイマーとして働き、1894年には3年間の契約で、オックスフォード大学のシブソープ農学教授職 (Sibthorpeian Chair of Rural Economy) ^{*3}に任命されました (前任者はギルバート)。そこで彼は研究テーマとして土壤の物理性の問題を選び、その成果は”Lectures on some

of the Physical Properties of Soil”として発表されましたが、これはイギリスにおける土壌物理学の最初の著書になりました。

しかし14年の間ロザムステッドで行なってきた研究対象を失った無力感で、ウォーリントンは次第に農業化学に対する興味を失い、晩年は教育と宗教活動（教会の昼間学校Church Day Schoolなど）に傾いてゆきました。彼は1907年69歳で死去しました。

ウォーリントンとギルバートの確執は、ウォーリントンにとってもローズにとっても不幸な出来事でした。ローズは若いウォーリントン（ギルバートは3歳、ウォーリントンは24歳ローズより年下）をロザムステッドの後継者に考えていましたが、それは実現できませんでした。ギルバートは極めて几帳面な性格でしたが嫉妬深いところがあり、自分に与えられるべき名声が若い科学者達に盗られるのを気遣って、実験室で彼らが熱心に働くことを好みませんでした。ウォーリントンもギルバートも強烈で相容れない性格の持ち主であり、ついに同調することはありませんでした。

ロザムステッド試験場の再生

1900年ローズの死後、Lawes Agricultural Trustは試験場の運営をギルバートに委ねました。長年続けられてきた圃場試験と気象観測のデータは、ギルバートが訓練したスタッフ達^{*4}によって中断することなく取り続けられました。しかし、もはや若い有能な研究者を惹きつけることはできず、試験場は沈滞していました。ローズの没後1年4ヶ月経った1901年12月23日ギルバートもまた亡くなりましたが、後を引き受ける人はすぐには見つかりませんでした。

1902年2月Wye CollegeからDaniel Hallがロザムステッドにやってきましたが、これはイギリスの農学研究に転機をもたらすことになりました。長い間イギリスの農学は経験的知識を重視し、これに基づいて実際問題を解決してゆくというやり方でした。農業者であったローズも圃場試験の実際経験を重視しましたが（リービヒはこれを批判しています^{*5}）、Hallは土の諸性質とその植物生育との関係（Soil Conditions and Plant Growth）を明らかにする科学を育てることを目標にしまし

た。彼はこれこそ教師や普及員や農民にとって不変の価値があるという信念をもっていました。

スタッフも資金もともに乏しかったロザムステッドを引き継いだホールが先ずしたことは、ローズとギルバートによって60年間中断することなく続けられてきた圃場試験の成果を埋もらせてしまわないことでした。ホールはそれを明快な読みやすい文章でまとめあげ、1905年にThe Book of the Rothamsted Experimentsとして出版しました。この本は若い世代の農民や学生たちに、ロザムステッドの圃場試験の価値を知らせるのに大いに貢献しました。

しかしホールの最大の目的は、農業の科学の裾野を広げることでした。当時それにある程度関与していたのは化学だけでしたが、これでは不十分で物理学も生物学も微生物学も取り入れてゆく必要があるとホールは考えました。そしてそれを実現するため、資金集めと人材のリクルートに奔走し始めました。

ホールは天性の社交家でこの仕事に適任でした。またイギリスの地主の邸宅（Country House）はこの仕事をするのに大いに役立ちました。当時多くの地主たちは地域農業の再生に強い関心をもっており、地主夫人たちは屋敷の庭園を立派にしたいと望んでいました。ホールは地主の屋敷を訪れてそれらについて数々の助言をするのと同時に、晩餐後は部屋に飾られた絵画や焼物のすぐれたものを見つけて称賛したり、一緒にカードを楽しんだりしました。それで彼は知識も趣味も豊かな人として何処でも歓迎されました。それはロンドンの社交クラブでも同じでした。そこで彼は多くの有能な若い人たちとも親しくなりました。彼は近づくに値する人と近づく方法を知っていました。こうして次第に必要な資金が集まるようになりました。それは植物学、細菌学、土壌化学などのすぐれた専門家を雇い入れることを可能にし、そしてそれが核になって大学をでたての熱意のある若者をロザムステッドに引き寄せるようになりました。

キャサリン・ウォーリントン

1906年にホールは、ロンドンのUniversity CollegeからWinifred Brenchleyを植物学の専門家

として招きました。彼女はロザムステッドの実験室で仕事をする最初の女性となりましたが、以後1945年まで38年間Botanical Departmentを主宰し、近代農業植物学の創始者の一人になりました。さらに1921年にはRobert Waringtonの娘Katherine Waringtonが加わり、36年間にわたってBrenchleyとともに農業植物学に貴重な貢献をしました。

ところでBrenchleyの著書の一つに”Inorganic Plant Poisons and Stimulants”があります。初版は1914年ですが、1927年に改訂増補された第二版が出版されました。これにKatherineは積極的な役割を演じ、微量要素ホウ素の発見者になります。私は西ヶ原の農業技術研究所にいたとき、この第二版を手に入れて勉強しましたが、それは京都大学へ移って最初に行なったホウ素の生理作用の仕事に役立ったという思い出があります。

1920年ロザムステッドの昆虫部のDavidsonは、水耕したソラマメにいろいろな化合物を与えアブラムシに対する摂食忌避効果を調べていた際、少量の硼砂がソラマメの生育を増進することを認めました。植物部のスタッフになったばかりのKatherineはこの問題をとりあげ、詳しい栽培試験を行ないました。その結果ホウ素は僅か0.08ppmあればソラマメは正常な生育をするが、全く与えなければ極めて特徴のある症状を呈し遂には枯死すること、また生育の全期間にわたって必要なことからホウ素の効果は刺激的 (Stimulant) というよりも栄養的なもの (Nutrient) であることを認め、1923年Annals of Botany*⁶に発表しました。

しかし当時はホウ素の有害作用の方が問題であり (第一次大戦中米国産のカリ塩が多量のホウ素を含んでいたため作物に被害がでた)、またマメ科以外の作物に対する必須性を明らかにしていなかったため、マメ科植物の特殊な栄養生理がホウ素を要求するものとみられていました。

ところが数年後、SommerおよびLipman (1926) が水耕でヒマワリ、ワタ、オオムギ、ソバ、ヒエ、アマ、カラシについてホウ素の必須性を認めました。さらに1931年にはBrandenburgがはじめて野外におけるホウ素欠乏症を発見し、従来原因不明の生理病と考えられていた砂糖大根の心材腐朽はホウ素欠乏に原因するもので、ホウ素の施用によ

って治癒し得ることを証明するに及んで、ホウ素は植物の微量必須元素として認められるに至りました。これによってKatherine Waringtonは、微量要素ホウ素の最初の発見者として植物栄養学の歴史に名を残す栄誉を得ました。

このシリーズの“はじめに”のところで紹介した書物”Soil Conditions and Plant Growth”の著者であるEdward John Russell (1872-1965) は、1907年にWye College からロザムステッドにやってきました。そして1912年Hallの後をついで試験場長になり、1943年まで長くその職にありました。このRussellはKatherineを子供の頃からよく知っており、彼女の才能に目をつけていたと言っています。Katherineがロザムステッドのスタッフに加わったのは、Russellが場長になった9年後のことでした。Warington家とロザムステッドの緊密な関係は、Katherine、彼女の父Robert junior、祖父Robert seniorの三代、百年以上にわたるものになりました。

自然科学が対象にしているのは非人情の世界です。したがって自然科学の報文やそれをもとに記述される教科書などに人の影はありません。われわれがそれらを読むときは書かれている事実のみをたどり、どのような性格の人がどのような社会的状況下でそれを得たのかについて思いを致すことは無いのが一般です。しかしその背後には、いろいろな人間くささや葛藤もままあったにちがいありません。このような面に目を向けてみるのも面白いのではないかと思ひ駄文を草した次第です。

おわり

*1 Robert Warington senior (1807-1867) は化学協会および王立農業カレッジの創立者の一人で、薬剤師協会 (Society of Apothecaries) の技術責任者を長らく務め、また化学の専門家として、いろいろな法律上の問題のアドバイザーとして活躍した。その中で彼は過磷酸石灰の特許をめぐる訴訟や、いくつかの工場の買収、売却の問題でローズを助けた。彼の息子Robert juniorは生来虚弱であったので、ロンドンよりも田舎で仕事につかせることを望んだ彼は、関係のあったローズに頼んでロザム

ステッドに採ってもらった。

- *2 ローズはロザムステッドの試験成果を広く公表し続けることを望み、試験場の成果を発表するためにアメリカ合衆国へ2年ごとに講師を派遣するという条項をトラストの規定に盛り込ませた。
- *3 この教授職は1796年にケンブリッジ大学の植物学教授であったジョン・シブソープの遺言によって設立されたが、その主要な条件は彼の大作”Flora Gracca”を先ず出版することであった。この出版は費用のかかる仕事であり、1840年までは教授職に対して支払う報酬はなかった。
- *4 ギルバートはロザムステッドにきた時から圃場試験の作物収量の詳細な記録と気象データを取り続けた。この労力の要る単調な仕事を続けてゆくため、ギルバートは村の学校から少年達を預かって教育した。そしてその中から能力のあるものは試験場のスタッフとして育てられ、村のエリートになった。
- *5 リービヒは著書の中でつぎのように批判している。「ローズは農耕の法則や原理の研究に

たずさわったのではなく、ただロザムステッドの畑で穀物やカブの収量を高めるために、それに適した肥料をみつけようと努力したに過ぎない。それはロザムステッドだけに意義があるのであり、実際の農業全体にとっては何の価値も持たない。」

リービヒ「無機質肥料の歴史」より、吉田武彦氏の訳による。

- *6 Katherine Warington: The Effect of Boric Acid and Borax on the Broad Bean and certain other Plants Annals of Botany 37 629-672 1923
これは彼女の学位論文(ロンドン大学)である

参 考 図 書

George Vaughan Dyke :

John Lawes of Rothamsted—Pioneer of Science Farming and Industry Hoos Press 1993

Sir E. John Russell :

A History of Agricultural Science in Great Britain 1620—1954 George Allen & Unwin Ltd. 1966

Dictionary of National Biography XX p844

“Robert Warington senior”