

植物栄養学の先達たち — 3 —

ジャン・バプチスト・ブサンゴー
— 圃場試験を創始したフランスの農芸化学者 —

京都大学名誉教授

高 橋 英 一

前に触れたRussellの著書 ‘Soil Conditions and Plant Growth’ の扉には、農芸化学の創始者としてブサンゴーの肖像画 (図3-1) が掲げてあります。ブサンゴーは多くの事典に紹介されていますが、岩波の「西洋人名辞典」(1981)には次のように簡潔に記されています。

「ジャン バプチスト ブサンゴー
1802年2月2日パリに生まれ、1887年5月12日パリに没す。フランスの農芸化学者。鉱山学校を出て南アメリカに行き、帰国後リヨン大学化学教授、後パリ大学農芸化学、分析学教授。自分の領地にフランス最初の農事試験場を創立し、植物は地中の窒素化合物を吸うこと、また大気中の炭酸ガスを同化することを証明し、農芸化学、植物生理学の基礎をつくった。」

ここではこれに沿って、彼の生涯を辿ってみたいと思います。

図3-1. JEAN BAPTISTE DIEDONNE
BOUSSINGAULT 1802-1887
The Founder of Modern Agricultural Chemistry



本 号 の 内 容

§ 植物栄養学の先達たち — 3 — 1

ジャン・バプチスト・ブサンゴー
— 圃場試験を創始したフランスの農芸化学者 —

京都大学名誉教授

高 橋 英 一

§ マット植物の生産及び利用技術..... 6

千葉県農業総合研究センター生産技術部

花き緑化研究室

柴 田 忠 裕

南アメリカの探検

1822年、サン・テチエンヌ鉱山学校を卒業したブサンゴーは南アメリカで鉱山技師として働きたいと望んでいましたが、当時パリに滞在していたアレキサンダー・フォン・フンボルト (Alexander von Humboldt 1769-1859) に会う幸運に恵まれました。

フンボルトは1799年から5年間にわたって赤道アメリカ (南米地域) を探検し、帰国後その膨大な調査記録をもとに、全三十数巻にのぼる「新大陸赤道旅行」を執筆中でした。このフンボルトとの出会いをブサンゴーは次のように語っています (文献3による)。

「彼は私の人となりを見ようとした。彼は多くのことを非常に巧みに語り、私は小学生が先生の話聞くように、注意深くその話に耳を傾けた。彼は私が聞き上手であることを知って大いに気を良くし、すぐに私に友情を示してくれた。そしてこの友情は彼が生きている間、変わることがなかった。彼は自分がアメリカ大陸旅行で使った様々な科学機器を私にくれたが、それらは大変高価で、大いに役立つものばかりであった。好意はそれだけではなかった。フンボルトはこれらの機器の使い方をぜひ私に教えたいと考え、私達はそのため改めて会う日をきめた。当時彼は53才だったが、中背ながらがっしりとした体格で髪は白かった。」

さらにブサンゴーはフンボルトから、南アメリカのスペイン植民地独立運動の指導者サイモン・ボリバル (Simon Bolivar 1783-1830) への紹介状を貰いました。ボリバルは1805年にパリ留学中フンボルトに会い、その後独立運動に身を投じてからも、フンボルトと親交がありました。

ブサンゴーがフンボルトの紹介状を持って南アメリカに渡った1822年、ボリバルは故郷のヴェネズエラに続きエクワドルを解放中でしたが、ブサンゴーはその後6年間ボリバルの部隊に従い、アンデスの気候、植物、土壌を調べました。また火山から噴出するガスの分析を行ない、ペルーではグアノに出会い、これが多量の窒素を含んでいることを明らかにするなど多岐にわたる研究を行ないました。それとともに彼は、この解放軍に従軍中に触れた強い共和主義の気風を生涯持つ

ことになりました。

圃場における作物の窒素収支の定量的研究

1828年ブサンゴーは帰国しましたが、南米からフランスの学会誌に投稿を続けていた報文で彼はすっかり有名になっていました。彼は数年をリヨンで過ごし、1834年にはリヨン大学の化学の教授になりましたが、この頃から植物の栄養、とりわけ植物は炭素と窒素をどこから取り込んで、どのように利用しているのかという問題に取り組むようになりました。

ブサンゴーは結婚した妻の持参金代わりの地所があるアルザスのベシェルブロン (Bechelbronn) で1834年から、一連の圃場試験を始めました。彼はド・ソシュールの定量的方法を取り入れ、収穫物と与えた肥料に含まれている炭素、水素、酸素、窒素、鉱物質を定量し、いろいろな輪作体系について養分のバランスシートを求めました。

そして作物が吸収した養分は、どれくらいが肥料から、どれくらいが肥料以外の土や雨などから由来したか、またそれが作物の種類によってどれくらい異なるかを調べました。その結果、輪作の種類によって作物が吸収する養分の量、特に窒素の量は著しく異なり、輪作の中にマメ科植物があると窒素の吸収量は施肥量を大幅に超えていました。その一例を示すと表3-1のようです。

表3-1. 各輪作における窒素の収支

肥料中の窒素に対する収穫物中の窒素の超過分 kg/ha

	A	B	C	D	E
1	ジャガイモ	ビート	ジャガイモ	施肥休閒	ルーサン
2	コムギ	コムギ	コムギ	コムギ	ルーサン
3	クローバー	クローバー	クローバー	コムギ	ルーサン
4	コムギ+カブ	コムギ+カブ	コムギ+カブ		ルーサン
5	エンバク	エンバク	エンドウ		ルーサン
6			ライムギ		
輪作 当り	47.5	51.0	109.8	4.6	854.0
一年 当り	9.5	10.2	18.3	1.5	170.8

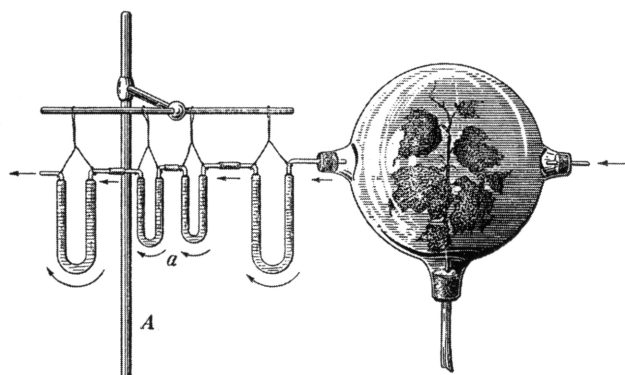
またクローバのあとに栽培したコムギは生育が良く窒素を余計に吸収していたので、マメ科植物は大気中の窒素を利用し土壌にもたらししているのではないかとブサンゴーは考えました。後に彼はこれを実験室で確かめようとしています。

植物による大気中の炭酸ガスと窒素ガスの同化に関する定量的研究

1839年ブサンゴーはパリ大学の農芸化学および農業分析学の教授に就任しましたが、ここで彼は大気に含まれている炭酸ガスと窒素ガスを植物が利用できるか否かを明らかにする実験を行ないました。

前に紹介したようにすでにド・ソシュールは植物が光のもとで炭酸ガスを固定することを証明していましたが、それは数パーセントという大気中よりはるかに高い濃度の炭酸ガス中で行なったものでした。ブサンゴーは通常の大気中の希薄な炭酸ガスを果たして植物が利用しているのかを確かめるために、ブドウの枝を用いて次のような実験を行いました。

図3-2. ブサンゴーの行なったブドウの枝の実験
(文献4の93頁より)



A: ガラス球を通過した空気中の炭酸ガスを測定する装置
a のガラス管には苛性カリの小塊が入っており、この a の部分を離して実験前後の重量を測り、炭酸ガスの吸収量を知る。

図3-2のような三つの口を持った大きなガラス球の下の口から、葉のついたブドウの枝を差し入れます。それは鉢に植えられたブドウの樹につながっているので、完全に自然の状態にあります。

一方側面に開けられた孔の一つには、球の中に入ってくる気体の量を測定する装置が取り付け

あり、側面のもう一つの孔には、球から出てゆく気体に含まれている炭酸ガスを吸収するための、苛性カリの小さな塊の入った細い管が取り付けられています。そしてこの装置全体は、日の当たるところに置かれてあります。

大気中の炭酸ガス濃度と、実験期間中にガラス球の中に入った大気のと、球から出てゆく気体の炭酸ガスの量(苛性カリの重量の増加分)を測れば、ガラス球内のブドウの枝がどれだけの炭酸ガスを吸収したか分かります。実験の結果、ガラス球を出てゆく気体に炭酸ガスは殆ど含まれていませんでした。したがってブドウの枝は大気中の希薄な炭酸ガスを吸収利用していることが確認されました。

一方大気中に窒素ガスは80パーセントと炭酸ガスの2600倍も含まれています。ベシエルブロン(Van Helvoort)の圃場試験の結果は、マメ科植物が土以外に大気から窒素を得ている可能性を示していたので、彼はそれを確かめようとして次のような実験を行いました。

彼は土の代わりに砕いた煉瓦の粉に肥料として灰だけを混ぜたものを用い、ガラス鐘内でインゲン、ハウチワマメ、コショウ、カラスムギを栽培しました。また念のために植物に供給する大気はアンモニアを吸収する酸の入った瓶を通したものをしました。こうして窒素としては窒素ガスだけを植物に与える工夫をしました。

彼は実験を何度も繰り返しましたが、インゲンマメもハウチワマメも植物はすべて窒素欠乏になり、圃場試験と矛盾する結果に終わりました。そこで植物が自分で大気中の窒素を利用できないとしたら、土がこのような性質を持っているのではないかと考え、更に次のような実験を行いました。

彼は大きなガラス容器にいろいろな土を入れて密封し、容器内の空気と土に含まれている窒素の量をあらかじめ測定しておきました。これらの容器は11年間研究室に置かれた後開かれましたが、測定してみると土は空気から窒素を少しも吸収していませんでした。

ブサンゴーが死ぬ一年前の1886年、マメ科植物の根にある根粒の中にはバクテリアがいて、宿主から光合成産物を分けてもらって大気中の窒素ガ

スを固定し、宿主に供給していることが明らかになりました。

彼がベシエルブロンで行った圃場試験では、マメ科植物の根粒中で根粒菌が窒素固定をしていました。しかしパリの研究室で行った検証実験では、一つは根粒菌が不在であり、今一つはマメ科植物が不在でした。この実験は窒素ガスの固定がマメ科植物と根粒菌の共同作業で行われることを、図らずも傍証したといえます。

ブサンゴの偉大さはどこにあるか

ブサンゴは圃場試験によって、植物のあるものは大気中の窒素ガスを利用しているに違いないと考えました。そしてそれを実験で確かめようとして、植物に与える窒素を窒素ガスだけにする工夫をしました。それは不幸にして微生物（窒素固定バクテリア）を除去することになり、証明することは出来ませんでした。

しかし彼は植物栄養の研究を、実験室だけでなく圃場でも行う必要があると考え、先ず圃場という自然の中で植物自身に語らせ、それを実験室で人為的な手段を用いて考察するという手法を始めて試みた人でした。この手法は後にイギリスのローズ (John Bennet Lawes) に引き継がれ、更に発展させられます。

彼はまた食物中の窒素の量やいろいろなコムギ品種のグルテン含量を調べ、食物の栄養価を体重の減少を防ぐために必要な量から決める方法を創案した人としても知られています。このようなどころから彼は農芸化学の創始者といわれています。

ブサンゴが85年の生涯を送った19世紀のフランスはまさに激動の時代でした。表3-2に見られるように、彼が生まれたときのフランスは大革命後の「第一共和政」からナポレオンの「第一帝政」に移り、ナポレオンの失脚後はブルボン家のルイ18世、シャルル10世の「復古王政」、オルレアン家のルイ・フィリップの「七月王政」に戻り、更にナポレオンの甥のルイ・ボナパルトによる「第二共和政」と「第二帝政」を経て、彼の晩年には再び「第三共和政」になるという目まぐるしい変化をした時代でした。

1848年の2月革命で王政から共和政になったとき、共和主義者として信頼が厚かったブサンゴ

表3-2. ブサンゴ関係年表
()内はフランス政治関係

1799	アレキサンダー・フォン・フンボルト赤道アメリカ探検に出発。 (ブリュメール18日のクーデターでナポレオン・ボナパルト第1統領になる。統領政府による「第1共和政」はじまる。)
1802	ブサンゴ、パリに生れる。
1804	フンボルト赤道アメリカ探検より帰国。 (ナポレオン皇帝となり、「第1帝政」はじまる。)
1805	フンボルト、パリでサイモン・ボリーバルに会う。
1814	(ナポレオン退位、ルイ18世即位し「復古王政」はじまる。)
1822	ブサンゴ、パリでフンボルトに会い、ボリーバルへの紹介状を貰う。ブサンゴ、南アメリカへ出発、ボリーバルに会う。
1824	(シャルル10世即位。)
1828	ブサンゴ、フランスに帰国。
1830	(7月革命。ルイ・フィリップ即位し、「7月王政」はじまる。)
1834	ブサンゴ、リヨン大学化学教授に就任。 アルザスのベシエルブロンで農事試験をはじめ。
1839	ブサンゴ、パリ大学の農芸化学、分析化学の教授に就任。
1840	ブサンゴ、ブドウの枝を用い空気中の炭酸ガス同化を確かめる実験を、パリの研究所で行なう。
1848	(2月革命。ルイ・ボナパルト大統領になる。「第2共和政」はじまる。)
1852	(ルイ・ボナパルト、ナポレオン3世として即位。「第2帝政」はじまる。)
1870	(普仏戦争に敗れ、ナポレオン3世退位。「第3共和政」はじまる。)
1887	ブサンゴ、パリで死去。

は、国民議会ついで上院の代議員に選ばれました。しかしルイ・ボナパルトがナポレオン3世として帝政を再開するや迫害を受けることとなります。

革命家ボリーバルの支持者であり共和主義者であったブサンゴは、皇帝となったルイ・ボナパルトにとって好ましくない人物でした。彼はブサンゴを上院から、ついで学問の世界からも追い出そうとします。

ブサンゴはパリのいくつかの学術機関で講義をしていましたが、つぎつぎに講座を奪われ、最後には美術工芸学院 (Conservatory of Arts and Craft) だけになります。彼は死ぬまでここで講義を続けました。

1870年フランスは普仏戦争に敗れ、ナポレオン3世は退位して再び共和政になりますが、アルザス・ローレンはプロシヤへ割譲されます。そのため、ブサンゴーは三十数年にわたって圃場試験を続けていたベシエルブロン（Bessières-les-Bains）の農場を失うこととなります。以後彼に残されたのはパリの研究室だけでした。

この19世紀におけるブサンゴーの生涯は、先に紹介した16世紀のフランスを生きたパリシーの生涯を思い起こさせます。二人とも長い激動の時代を信を曲げることなく生き続け、多くの業績を残しました。そこに人間としての偉大さを感じさせられます。

参 考 図 書

- 1 岩波西洋人名辞典（1981）1189頁
- 2 Encyclopedia Americana（1968）vol 4, p356
- 3 ピエール・ガスカール著，沖田吉穂訳：
探検博物学者フンボルト 白水社（1990）
- 4 チミリヤーゼフ著，石井友幸ほか訳：
植物の生活 たたら書房（1967）
- 5 ミ・エ・イヴィン著，藤川健治訳編：
光合成の謎 現代教養文庫（1973）

チッソ旭の新肥料紹介

★作物の要求に合わせて肥料成分の溶け方を
調節できる画期的コーティング肥料……………

ロング[®]〈被覆燐硝安加里〉 **LPコート**[®]〈被覆尿素〉

★緩効性肥料……………**CDU**[®]

★セル成型苗用育苗培土……………**与作**[®]

★硝酸系肥料のNo.1……………**燐硝安加里**[®]

★世界の緑に貢献する樹木専用打込み肥料……………**グリーンパール**[®]



チッソ旭肥料株式会社