

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 28 日現在

機関番号：32605

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2012

課題番号：22650213

研究課題名（和文） 軍事・社会・政治への革命的影響に関する人造硝石の史的研究

研究課題名（英文） Historical research of revolutionary effect toward military, society and politics by artificial saltpeter

研究代表者

加藤 朗 (KATO AKIRA)

桜美林大学・法学・政治学系・教授

研究者番号：10286239

研究成果の概要（和文）：

人造硝石作りの第一工程である硝酸塩の製造は堆肥作りと全く同じであり、世界中で硝酸塩の存在は長い農業の経験の中から培われた知識で皆が知っていたと思われる。第二工程である灰汁煮によって硝酸塩から硝酸カリウムを抽出するのは予想以上に難しいことが分かった。硝酸カリウムを精製するにはカリウムを含んだ大量の木灰が必要だということが明らかになった。人造硝石は農業と密接な関係があるとの結論を得た。

研究成果の概要（英文）：

The first process of manufacturing saltpeter, that is, nitrate is the same way to produce compost. The way how to manufacture saltpeter has been acquired through the piled knowledge by long-term agricultural experiences. It is supposed to have been a common sense. The second process of extracting potassium nitrate from saltpeter was found to be much harder than expected. It was found to be clear that much of ash containing potassium was needed to extract potassium nitrate from saltpeter. It concluded that artificial saltpeter had been closely related with agriculture.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
22 年度	1,300,000	0	1,300,000
23 年度	700,000	210,000	910,000
24 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,500,000	360,000	2,860,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学社会学・科学技術史

キーワード：黒色火薬 硝石

## 1. 研究開始当初の背景

国内では川越重昌「火薬の歴史」（村上直・高橋正彦『日本史資料総覧』東京書籍、1986年）がこれまでのところ最も体系だった日本の硝石及び黒色火薬の研究である。一方、欧米では黒色火薬と銃砲の発展についてバート・ホール『火器の誕生とヨーロッパの戦争』（市場泰男訳、平凡社、1999年）がある。

これ以外に国内外ともに黒色火薬や硝石に関する体系だった社会学的（自然科学的ではなく）学術研究にはほとんど見るべきものがなかった。

## 2. 研究の目的

これまで全く省みられることのなかった黒色火薬の主原料である硝石について、16世紀の日本の天然硝石輸出入の歴史、そして17

世紀以降天然硝石にとって代わった日本の人造硝石の製造法の出所伝来を解明し、鉄砲とともに硝石が日本にもたらした戦国期の軍事革命、幕末開国の政治革命への革命的影響を軍事史、社会史、政治史等、学際的に考究することを目的とした。

### 3. 研究の方法

(1) 資料収集およびインタビュー、研究会

①書籍、資料等収集

②研究者へのインタビュー

③研究会の開催

(2) 国内、海外現地調査

①国内調査

石川県(金沢)インタビュー、火薬製造跡調査

鹿児島県(種子島、鹿児島市、霧島市)火薬製造跡調査

②海外調査

中国(雲南省西双版纳州景洪市嘎棟郷曼回索村)人造硝石再現実験

タイ(ウボンラチャタニ県ヤソートン市)インタビュー

ラオス(VIENTIAN 県 NONHEENHAIR 村)人造硝石再現実験

イタリア(ヴェネチア)・・・国立図書館、海軍博物館

イギリス(ロンドン)大英帝国博物館、大英帝国図書館

(フェイバーシャム市)火薬博物館

チリ(イキケ)チリ硝石採掘跡調査

### 4. 研究成果

(1) 研究の主な成果

①硝石製造第一工程と堆肥作り

硝石製造の第一の工程である硝酸塩の製造は堆肥作りと全く同じであり、世界中で硝酸塩の存在は長い経験の中から培われた知識で皆が知っていたと思われる。日本では小便塩として知られるように硝酸塩が便所の土壁に析出したり、ヨーロッパではぶどう酒製造の小屋の煉瓦壁に析出していた。これを火の中に放り込むと火勢が強くなることは経験で皆が知っていたことであろう。

②硝石製造第二工程と化学反応

第二の製造工程は硝酸カルシウムや硝酸ナトリウムなどの硝酸塩にカリウムを反応させて硝酸カリウムにする化学反応、いわゆる灰汁煮の工程である。硝酸カルシウムや硝酸ナトリウムは硝酸カリウム同様にものを燃焼させる力はあるが潮解性が高く保存がきかないために、火薬の原料としては全く不向きである。そこでカリウムを反応させて比較的潮解性の低い硝酸カリウムに作り変えなければならない。

蝙蝠の糞と木灰を混ぜて水を上から垂らし、垂れた水溶液を煮つめて硝石を抽出すると

のラオスの古老の言に従って、筆者も園芸用の草木灰を使って再現実験を試みた。しかし、硝酸ナトリウムや硝酸カルシウムなどの不純物が多量に残り、潮解現象を起こして火薬がすぐに湿気てしまい、長期に保存する黒色火薬(と言っても硝酸カリウム入り火薬でも2-3日程度しか持たなかったようだ)の原料としては不向きであることが分かった。塩化カリウムを用いた実験室での再現実験でも硝酸カリウムの抽出は予想以上に難しいことが分かった。板垣先生もリトマス試験紙でペーパーを確認しながら抽出を試みられた。化学知識のない時代、またリトマス試験紙などの試薬もない時代に木灰を使って行う化学反応の技法を一体誰が、いつ、どのようにして開発し、それが世界中にどうやって広がったのか。これが今後の研究の課題である。

(2) 成果の位置づけ

今回の研究では硝酸カリウムを精製するにはカリウムを含んだ大量の木灰が必要だということが調査や実験を通じて明らかになった。つまり黒色火薬を作るには、大量のカリウムを含んだ草木灰が必要だったのである。19世紀半ばにドイツで塩化カリウムの鉱床が発見されるまでカリウムは草木あるいは海藻の灰からしかとれなかった。それでは中世以降多くの戦争で大量の火薬を大量の銃砲で消費した欧州諸国はどこから木灰を調達したのか。国内か、国外か。

灰汁煮の技法については、灰汁煮の技法は朝鮮渡来ではなく種子島経由の南蛮渡来との仮説を立てている。これが実証されれば、戦国時代に日本に一気に銃砲が普及した理由の一端として、国内で黒色火薬の大量生産が可能になったことにあると説明できる。また硝石の存在も鉄砲も種子島伝来以前にすでに知られていたとの宇田川武久の説の重要な傍証となり、日本史の書き換えの可能性がある。

木灰の調達については、西洋史では西、葡の衰退や英、独、仏、露の軍事大国化など木灰の輸出入から帝国の興亡史を見直すことができる。とりわけ近世のイギリスが植民地インドから輸入した硝石とやはり植民地であったアメリカから輸入した木材もしくは木灰で黒色火薬の大量生産が可能であったことが実証できれば、大英帝国の興亡史に新たな1頁を加えることができる。

(3) 硝石研究の意義

①硝石研究の現状

歴史上、軍事革命は幾度と無く起き、それまでの戦術、戦略を根底から覆してきた。中でも最大の影響を与えた軍事革命は黒色火薬と銃砲の発明であろう。黒色火薬と銃砲の発明によって、それまでの弓矢、刀のように人間の筋力エネルギーを利用した武器から、物質の化学反応エネルギーを利用した銃砲で

大きな破壊力を得ることができるようになった。

しかしながら黒色火薬がなければ銃砲は単に鉄の筒でしかなく、また銃砲がなければ黒色火薬は爆弾以外に武器として役に立たない。黒色火薬あつての銃砲であり、銃砲あつてこそその黒色火薬である。両者は切っても切れない関係にある。にも関わらず、銃砲の研究に比較して黒色火薬の研究は日本のみならず世界的にみてもほとんど進んでいない。

恐らくその最大の理由は、銃砲と違って黒色火薬は現物が残らないからであろう。黒色火薬は使ってしまったら、跡形も残らず、雲散霧消する。仮に未使用の黒色火薬が残っていたとしても、黒色火薬そのものはきわめて単純な物質で、研究者の関心を引かなかったのだろう。その上黒色火薬の製法は国家や藩にとって最重要機密に属する事柄であり、日本では口伝によって伝えられることがほとんどで、記録も少ない。また記録が残っていても、肝心な技術については詳細が記されていないことも多い。

実際、黒色火薬は世界中どこでも、どんな時代でも、基本的に硝石7（あるいは75%）、炭2（15%）、硫黄1（10%）と、その成分比はほとんど変わらない。また洋の東西を問わず、いつの時代でも、黒色火薬の粒の大小で爆燃速度を調整して爆発力を制御し、口薬（点火薬）と玉薬（発射薬）あるいは銃と大砲の発射薬として使い分けていたにすぎない。そのため研究の余地はほとんど無いように思われたのだろう。

たしかに黒色火薬そのものには研究者の関心をそそるようなものは何もない。せいぜい黒色火薬が爆燃現象を起こすメカニズムや、はたして黒色火薬はその爆速が音速を越える爆轟現象を起こすかどうか、といった問題くらいである。

しかし、黒色火薬そのものではなく黒色火薬の主成分である硝石については、実は黒色火薬以上に解明されていないことが多く、関心をそそられることが多々ある。硝石は、現在の兵器で言えば、核兵器のウランに相当する重要な戦略物資である。ウランがなければ核兵器は作れない。同様に硝石がなければ黒色火薬は作れない。そのため硝石は各国にとってウランに匹敵する重要戦略物資だったのである。

では各国は硝石をどのように入手していたのだろうか。ウラン同様に硝石も鉱石として天然に産出する。しかし、天然硝石はインドのビハール州、中国の河南省、チリ、スペイン、イタリア、ロシアの一部など、特定の乾燥地域でしか産出しない。では硝石がほとんど産出しないイギリス、フランス、プロシア等の西欧列強はどうやって天然硝石を入手していたのだろうか。真っ先に考えつくのが、

産出国からの輸入である。たしかに17世紀以降イギリス帝国は植民地インドから硝石を大量に輸入していた。しかし、今日のウランが国際社会で厳重に管理されているように、また石油、レアアースといった戦略物資の貿易が国際情勢の影響を受け易いことでもわかるように、銃砲の発達した西欧各列強が重要戦略物資であった天然硝石を必要な時に必要なだけ輸入できたとは思えない。湿潤な気候のために、西欧列強同様に天然硝石を産出しないわが国もどうやって硝石を入手していたのだろうか。やはり硝石を輸入していたのだろうか。一番近い中国から輸入するにしても、当時の中国国内での内陸輸送や船舶輸送量を考えれば輸入量にはおのずと限度がある。また戦略物資であるが故にその値段も高価なものになり、日本の諸大名も大量には輸入できなかったのではないか。にもかかわらず、戦国時代にはヨーロッパ以上に銃砲が出回ったと言われるが、その銃砲の火薬に必要な大量の硝石を戦国武将達はどのように調達したのだろうか。

結論を言えば、西欧列強も日本も硝石を国内生産していたのである。日本の硝石の製法には、古土法、農耕型培養法（土硝法あるいは培養法）および牧畜型培養法（硝石丘法あるいは洋式硝石丘法）がある。日本では鉱物として天然硝石は産出しない。しかし、床下や洞窟などにある古土には硝石（厳密には硝酸カリウムや硝酸カルシウムなど）が混ざっている。古土法はこうした古土にわずかに含まれる天然硝石を採取する方法である。その意味で古土法は天然硝石の採取法である。他方、農耕型培養法および牧畜型培養法は、バイオテクノロジーによって硝石そのものを人工的に製造する方法である。古土法も含めてこれらの硝石の製造方法である作硝法は一体どのようにして考え出されたのか。日本独自の技術なのか、あるいは外国からの技術移転なのか。作硝法に関する研究はほとんど未踏の分野である。

実際、作硝に関する研究はほとんど進んでいない。日本では、川越重昌「火薬の歴史」（村上直・高橋正彦『日本史資料総覧』東京書籍、1986年）がこれまでのところ最も体系だった日本の作硝に関する文化史的研究である。また化学史の観点から板垣英治が「硝石の舎蜜学と技術史」（『金沢大学文化財学研究』8：19-57）で内外の作硝法についてまとめている。一方、欧米では黒色火薬と銃砲の発展についてパート・ホルの研究（『火器の誕生とヨーロッパの戦争』市場泰男訳、平凡社、1999年）くらいで、作硝法そのものについての歴史的研究は寡聞にして知らない。

硝石研究の対象分野は作硝法だけに限らない。

第一に、人造硝石が銃砲の発達や戦術・戦略の革新等にどのような影響を与え、軍事革命をもたらしたか、軍事・安全保障分野での研究。

第二に、ウランの管理のように国家にとって最重要戦略物質である硝石の管理について国家がどのような管理体制をとっていたか、政治分野での研究。

第三に、農業が硝石製造にどのような影響を与えたか、農産物分野からの研究。火薬の原料である硝石すなわち硝酸カリウムのカリウムは同時に植物の三大栄養素の一つであり、農業と軍事には密接な関係がある。

第四には、銃砲の発達した西欧地域と銃砲の発展が止まった日本やその他の地域とを硝石製造という視点から技術的、文化的に比較対照する研究。

第五に、フランスでは硝石研究から近代化学が発展したが、同様に硝石を製造していた日本では近代化学が発展しなかったのか、化学史分野での研究。

以上のようにこれまで本格的に着手されていない研究分野は多岐に渡る。

## ②仮説

こうした現状を踏まえ筆者は、以下のようないくつかの仮説を提起したい。

まず硝石、黒色火薬そして銃砲との関連に関わる仮説である。

第1に、黒色火薬の知識は鉄砲とともに種子島に伝来したといわれるが、それ以前にすでに日本には堆肥やいわゆる小便塩から硝石の存在を知り、硝石と炭を混ぜれば爆燃する程度の火薬の知識はあったのではないかと。硝酸カリウムは植物の三大栄養素の一つであり、堆肥を作る過程で生成されることが多い。硝石と農業は密接な関係にあり、肥料を用いる農業地域ではどこでも硝石の存在を知っていたのではないかと。

第2に、硫黄を混ぜて爆燃速度を増す黒色火薬の技術は銃砲製造の技術があつてはじめて必要とされ、確立された技術ではないかと。硝石と炭を混ぜた火薬は火箭等の推進剤にはなるが、弾丸を飛ばして物を破壊するだけのエネルギーは得られない。中国で発明された火薬というのは硝石と炭の火薬ではなかったのか。その後銃砲が開発されてはじめて、より大きな爆発力をもった火薬が必要になり、試行錯誤の末、硫黄を混ぜた黒色火薬が発明されたのではないかと。黒色火薬があつて銃砲が開発されたのではなく、銃砲が発明されてから黒色火薬が開発されたのではないかと。

第3に、仮に銃砲を作る鉄の技術があつたとしても、銃砲を使って戦争をすることをためらわれない戦争の文化や戦争の必要性があつてはじめて銃砲が開発されたのではないかと。硝石と炭だけの火薬は農業地域全体に広が

った技術であり、銃砲も鋤、鍬などの農機具を製造できる鉄の技術があれば生産可能である。しかし、西洋諸国と違い日本では戦国時代の一時代にしか銃砲が兵器として発展せず害獣退治の獵銃としてしか使用されなかったのは、銃砲を使用することへの倫理的制約や戦争の文化、あるいは江戸時代には銃砲を必要とする戦争がなかったためではないかと。

次に、硝石の製造、管理に関する政治、社会、文化に関する仮説である。

第1に、堺が衰退していった原因は、織田信長や豊臣秀吉による支配よりも、人造硝石の国内生産が増える一方輸入硝石が減少し、硝石売買で潤っていた軍事都市堺が衰退していった結果ではないかと。同じことが、ほぼ同じ時期にベニスでも起こっていたのではないかと。つまりベニスもまたインドからヨーロッパへの硝石輸入で栄えたが、後年オスマン・トルコ帝国の進出だけではなく、ヨーロッパ内部の硝石生産の増加により硝石貿易が減少し、経済的に衰退していったと考えられる。硝石製造や硝石の管理の方法という視点から、堺とベニスの興亡の歴史を比較することで、その後の日本と欧州の近代化にどのような差異が生じたかが検証できるのではないかと。

第2に、幕末に日本は銃砲や黒色火薬の標準化技術の点で劣っていたために、列強に軍事的に敗北したのではないかと、という仮説を立てたい。幕末期世界中で銃砲に使用された火薬は黒色火薬だけである。したがって火薬の威力にはさほどの相違はない。違うのは銃砲や火薬の大量生産の標準化技術である。なぜ日本では標準化技術が発展しなかったかを、銃砲や火薬の製造から始まった欧米の標準化技術との比較検討から明らかにすることで、日本の近代化のおくれの原因の一端が解明できるのではないかと。

第3に、硝石、銃砲の発展と日本固有文化には密接な関係があるのではないかと。たとえば茶人武野紹鷗は銃砲や火薬等の武器売買で財をなしたように、茶道は堺の商人の武器売買による経済力の裏付けがあつて発展した。また抹茶を作る茶臼は黒色火薬の口薬をつくるのに欠かせない道具である。また江戸時代に農民たちが害獣退治に銃を所持していたにも関わらず農民一揆では銃が用いられることは無く、火薬も龍勢や花火にしか使用していない。何故日本人は西洋人と異なり、江戸時代に銃や火薬を武器として使用しなかったのか。そこには幕府による統制だけではなく、銃砲を武器として使うことに対して、たとえば儒教や身分制度等などから生まれる何らかの倫理的制約があつたのではないかと。

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1件)

加藤朗『野外調査研究報告』19・20号(合併号)(2013年6月)査読有

6. 研究組織

(1)研究代表者

加藤 朗 (KATO AKIRA)

桜美林大学・法学・政治学系・教授

研究者番号：10286239