

チュニジア共和国トズール県サハラウイ地区における 無焼成レンガの製造法の指導と普及

藤 正督¹・富田康資²・山田伊久子¹・白井 孝¹・高井千加¹

1. 名古屋工業大学セラミックス基盤工学研究センター
〒507-0033 岐阜県多治見市本町3丁目101-1 クリスタルプラザ4F
2. 亀井製陶株式会社
〒507-0901 岐阜県多治見市笠原町1258番地

Review of instruction and spread of unfired brick manufacturing method for Sahraoui Tozeur in Tunisia

Masayoshi Fuji¹, Yasushi Tomita², Ikuko Yamada¹, Takashi Shirai¹, Chika Takai¹

- Ceramics Research Laboratory, Nagoya Institute of Technology
3-101-1 Hon-machi, Tajimi, Gifu 507-0033 JAPAN
Kameiseito Co., LTD
1258 Kasahara-cho, Tajimi, Gifu 507-0901 JAPAN

The manufacturers of traditional brick in Tozeur Tunisia are obliged to very poor and painful life with the production process of ancient method. They have continued keeping the tradition of this historical brick for the special style of building and the architectural culture of the town. It must be continued for future. However they are now in face of a severe crisis for their survival. It is necessary to improve the productivity of the brick and develop new brick with better quality in order to expand the business and continue to protect the cultural heritage and their life. Since there are no technology and equipment for improvement in this district, a support is vitally necessary for this traditional brick sector as a regional improvement of this town. From this reason, we executed a technical lecture and a training to produce unfired brick, and also investigated raw material to use this new technique, under supporting JICA. The impact of the project implementation as follows. 1. Technological support with the pilot test equipment and training the operation and maintenance method of the machine. 2. Improvement brick productivity and incomes for manufacturers. 3. Promotion and realization of the new industrialized manufacturing of traditional brick and unfired brick. 4. Protection of historical and cultural heritage and protection of environment by eliminating emission of exhaust black smoke. 5. Introduction an advanced brick technology and globalization of the brick market.

1. はじめに

リビア、チュニジア、アルジェリア、モロッコなど北西アフリカ諸国をフランス語読みでマグリブあるいはマグリブと呼ぶ。マグリブ (Maghreb、Maghrib、مغرب) とは、アラビア語で「日が没すること、没するところ」を原義とする語である。日が出国である日本と対照的な地域である。多くの人々がムスリム (イスラム教徒) であり、アフリカと言うよりもアラブ諸国の一員と言った方がピッタリとする。チュニジアは地中海に面し、経済的には沿岸部を中心にヨーロッパとの交易が盛んである。気候的にも沿岸部は地中海式気候であり、比較的温和である。一方、チュニジア南部はサハラ砂漠に象徴されるように厳しい気候と遠隔であることから大きな産業

が根付かず南北 (沿岸部と砂漠地帯) の経済格差が生じることが社会問題となっている。今回、チュニジア南部地域の支援の一つとして、JICA 草の根技術協力事業 (草の根協力支援型) 「チュニジア共和国トズール県サハラウイ地区における無焼成レンガの製造法の指導と普及」プロジェクトを実施した。ここでは本プロジェクトの内容および関係情報をまとめ解説することとする。

2. チュニジア共和国という国

1956年フランスから独立し、ブルギバ大統領のもと共和国となった。1987年以降、ベン・アリ大統領が強力なリーダーシップを発揮し、近代化・西欧化を推進し、社会主義運動及びイスラム過激主義運動を弾圧し、政治

的安定を維持してきた。一方で、複数政党制を中心とした民主化の一層の推進が課題となっていた。2002年5月、大統領選挙の被選挙権に関する規定を含む憲法改正案が国民投票で可決。大統領の再選制限（4期以上は不可）が削除されるとともに、立候補年齢制限が75歳にまで引き上げられたことにより、ベン・アリ大統領（1936年9月3日生）は、2004年更には2009年の大統領選挙においても立候補が可能となった。2009年10月の大統領選挙及び総選挙でベン・アリ大統領は5選を果たし、与党は大勝した。永年の統治で独裁色が強まり、ベン・アリ政権下では、言論・報道の自由、情報アクセスの自由の制限、政府による検閲等、政府による人権の抑圧が行われていた。

2010年12月、チュニジア中南部で発生した貧困・雇用対策を求める大規模抗議デモを機に、チュニジア各地でデモが発生。住民と治安部隊の間で衝突が起きた。2011年1月、反政府デモ・暴動が急速に拡大・深刻化する中、ベン・アリ大統領は国外に脱出、憲法規定に従い、ムバッザア代議院議長が暫定大統領に就任。野党指導者を含む新内閣が発足したが、同新内閣の閣僚の多くがベン・アリ前政権時からの留任だったため、国民から強い反発を受け、1月27日、ガンヌーシ首相を含め前政権時の3名の閣僚のみを留任させた改造内閣が誕生。しかし、その後も、ベン・アリ政権下で11年以上首相を務めたガンヌーシ首相の退陣を要求するデモが断続的に発生し、2月27日に同首相は辞任。同日、ムバッザア暫定大統領は、ガンヌーシ首相の後任として、カイド・エセブシ氏（ブルギバ大統領時代の外相）を首相に任命し、平静さを回復しつつあるようである。

結果的に、我々が渡航した2010年7月はベン・アリ大統領統治最後のチュニジア共和国を訪問したことになる。持ち込んだ携帯電話のローミングがある日突然打ち切られる、インターネットもアクセスできなくなるなど、日本では想像できない経験をした。一方で結社の自由もない行き過ぎた統制により、町は整然とし、外国人にとっては非常に安全であるという皮肉な状況にも直面した。非現実的な現代社会、カルタゴを初めとする多くのローマ遺跡、空虚な大砂漠のコントラストが不思議な雰囲気醸し出しているのが印象的な国であった。

3. JICA 草の根技術協力事業（草の根協力支援型）について

草の根技術協力事業は、国際協力の意志を持つ日本の NGO、大学、地方自治体及び公益法人等の団体による、開発途上国の地域住民を対象とした協力活動を、JICA が政府開発援助（ODA）の一環として、促進し助長することを目的に実施される事業である。具体的には、JICA が NGO 等の団体による主体的な活動の提案を審査し、ODA による実施が妥当であると認める提案につ

いて、承認した活動計画に基づき、その事業を支援、共同で実施するものである。草の根技術協力事業は、地方自治体を中心となる地域提案型、国際協力の経験が豊富な NGO 等非営利団体、大学、公益法人等が行う草の根パートナー型、本格的な国際協力の第一ステップとなる草の根協力支援型がある。今回は草の根協力支援型のもと事業を遂行した。これは当校が、活動実績はあるものの、チュニジアへの支援実績が少ないことから JICA と相談し、かつ JICA チュニジア在外事務所からの情報も参考にしながら、共同で事業を作り上げることがベターだと判断したからである。実際 JICA 中部（名古屋市）と何度も打ち合わせし、現地の情報は TV 会議システムなどを用いてチュニジア在外事務所と頻りにやりとりしながら提案内容を固めた。特に現地の省庁や組織の複雑さなど JICA の支援と助言無くしては理解しえなかったと思われる。結果、初めの提案から採択まで約2年の歳月をかけることになった。

4. 事業内容

4.1 対象地域の社会的・経済的背景

チュニジア共和国トズール県は首都チュニスから南南西へ約360kmの距離にあり、南部のサハラ砂漠に隣接するオアシスの街である（図1）。産業は観光と農業があげられる。砂漠の入口であり、大オアシスと塩湖があるので、国内外から多くの旅行者が訪れ観光業が栄えている。観光の目玉の一つとして、この街の伝統レンガによる建築様式が歴史的文化遺産として存在し継承されている。農業ではオアシスで収穫されるデーツ（ナツメヤシの実）が国の輸出品となっているが一部の事業家と収穫期の季節的な労働だけである。一方、工業は殆ど無く、日用品修理、鍛冶屋、家具屋、土産物を生産する手工芸職人の家内工業とこの地方独特の物造りとして伝統レン



図1 チュニジア共和国の地図

ガの生産工房（職人の家内工業）がある。北部都市に比べて産業が少なく経済的な発展から取り残されており、この南部地区は雇用の機会が非常に少ない。この根強い南北格差を解消すべく南部開発公社（ODS）なる組織がある。

4.2 対象地域の概況・問題点

古代から伝来のトズールの伝統レンガは、明るいグリーン色と黄色が混じった色合いと手作りであるためにアンティークでエッセティックな独特の風合いを特徴としており、化粧レンガとして住宅、ホテル、公共建築物などの壁、門、玄関、内装やオブジェなどに大量に使われている。この伝統レンガを使って、凹凸をつけて施工されたレンガ壁面のユニークなモザイクの幾何学模様は、歴史的な価値のある伝統建築様式として伝えられてきており、街全体がこのレンガで装飾された独特な様相を呈している（図2）。昔からレンガの街として国内だけでなく海外からこれを観るために観光客が訪れる要所の一つにもなっている。



図2 トズールの街角で使われるレンガ

しかし、このレンガは大切な伝統建築材料であるにもかかわらず、レンガの生産者らは厳しい労働条件のなかで極めて零細で貧乏な生計を余儀なくされていて、その現状から抜け出せない状態となっている。また、長くて厳しい労働と経験が必要とされる上に、現状のままでは将来性に不安があるため後継者は他に仕事を求め伝統を受け継ぐものが少なくなり、職人の平均年齢が54歳を超えて上がっている。

約20年前は街の中心部にレンガの生産者の工房群があり街の伝統を支える先住者であった。トズールのレンガは小さな竪穴式の古代窯で椰子の枯れ木を燃料として焼成して造られている。そのような中、誰かが廃タイヤを窯で燃やしたために、悪臭と黒煙を発生させた。この事件が住民からの大きな苦情騒ぎとなり、忌み嫌われ、市中心部から離れた現在のサハラウイ地区に移動させられた。しかし、現在もレンガの焼成時に窯から排出する黒煙に対して近接する市街地、特に観光ホテル群から大気汚染と景観によくないということが非難の対象となり

行政当局から改善がせまられ、再移動命令案を含めた問題となっている。

4.3 支援経緯

国とトズール市当局は南部開発公社（ODS）とチュニジア商工業工芸連合会（UTICA）を通じて、前述したレンガ生産と環境の問題解決にのりだすことを決めた。具体的には、伝統レンガ生産工房の現状改善と従来の商品にさらに磨きをかけることを考えていた。一方で当研究室では粉体成形技術を基盤としたセラミックス作製プロセスおよび焼成工程を経ないセラミックス作製法の研究蓄積があり、新しい技術導入の支援が可能であった。さらに、陶磁器の町「多治見」では、開発途上国でのセラミックス製造を手掛ける企業が多い。とりわけ本事業を共同で進めた亀井製陶(株)は（図3）に示すような「無焼成レンガ」を国内外で生産する経験を有していた。これら開発地域でのニーズに対し、大学の知識、日本企業の生産技術がうまくマッチングした。さらにJICAの国際支援のコーディネートと経験に支えられ事業が実現するに至った。



図3 亀井製陶社製無焼成エコレンガ

4.4 支援内容

技術移転後、支援地域の人々によって自立的に無焼成レンガを製造できることを踏まえ、事業をプランニングした。生産の効率化および製品の高品質化のために亀井製陶(株)で実績のある押出成形によるレンガの連続生産を選定した。第一ステップとして現地に送る押出機を購入し、職業訓練大学の教員2名を日本に招聘し、成形原理、成形実習、装置の仕組みとメンテナンスを講習した。講習後には現地で研修生に教育実習するためのマニュアルとビデオ教材の作製をさせた。その後、第二ステップとして装置を現地に送り、2名の教員だけで装置の設置と試運転を行わせた。第三ステップで、亀井製陶(株)の富田氏と私(藤)で現地に出向き、装置の設置確認と試運転の状況を確認。職業訓練学校の教員およびコアとなる若い生産技術者に対しプロジェクトの概要、粉体成形、

機器、メンテナンス、生産管理などの講義を行った。また、現地の材料で実習を行った。また、現地での自主的実施体制の為の組織作りに助言をした。

4.5 現地で起こった問題

第三ステップの終盤まで事業は概ね予定通りに進んだが、現地の材料を用いた実習で大きな問題が生じた。日本での手順通り、土練機で現地研修員が持ち込んだ粘土、砂、土、結合剤、水を混練し得た可塑性を二軸型真空押出装置に投入し成形を行った。初め順調に押出されたあと、突然成形物に亀裂が入り始めた。押出成形機を開けてみると、系内の圧力を上げ、かつ可塑性の均一性を高めるために設けられている邪魔板（直径15cm、厚み5mm程度の鉄板に1cm程度の穴が複数空いた板）の穴に小石が詰まっていた。これにより流れが均質にならず、圧密が不十分なため、圧力解放される口金を出したときに、亀裂生じたのである（図4）。急いで原料をチェックする為、粘土と土の塊を砕くと小石が現れた。

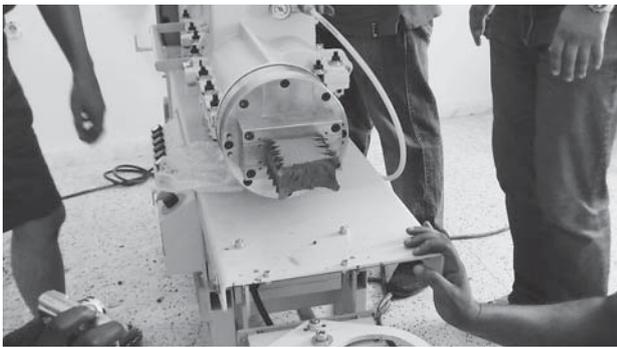


図4 無焼成レンガの押出成形において可塑性不十分により亀裂が発生

通常なら粉碎して篩をかければ良いのだが、現地で入手できなかった。苦肉の策として、金物屋でハンマーと金網を購入しこれをしのいだ。再度成形を始めると、初めは成形物が出てくるが、今度は角の部分が花弁状に開き始め、ついにはばらばらの状態となった。何度行っても、配合を変えても同じ状況であった。答えはなかなか分からなかったが、無焼成成形は結合剤の化学反応で固化する仕組みであることに立ち返って考えると、押出機の中で部分的に固化がはじまるのが原因ではないかと気づいた。外気温は日中50℃を超える。作業場にはエアコンはない。水温はぬるま湯である。おそらく日本で想定するよりかなり速く反応が進行したと思われる。特に押出成形をはじめ摩擦熱などで機械自身が熱を持ち始めるとこの現状は顕著となり、良い成形物が得られなくなると分かった。少し冷たい水を使うと改善される傾向にあった。ただし、灼熱の地で冷たい水を工業生産で大量に使うことは現実的ではない。そこで、結合剤量を減らし粘土の可塑性で保形したうえで、ゆっくりと化学

反応をすすめ固化体を得ることを目指した。ところが粘土をいくら入れても、粘土だけで成形しても可塑性が全く得られなかった。現地では何の分析機器もないので原因を追究することはできなかった。現地で粘土原料をいくつか集めてトライしたが結果は変わらなかった。インターネットが使えれば、それほど遠くない場所にXRDぐらいは借りられるところがあったかもしれないが、冒頭に書いたようにその自由はなかった。結局、埒が明かないので日本へ帰国し原因を解明することとなった。帰国すれば直ぐに原因が分かった。粘土と称して渡されたもの、我々が幾つかの採掘現場まで出向いて得た粘土原料どれも粘土ではなかったのだ。（図5）にXRDの結果を示す。

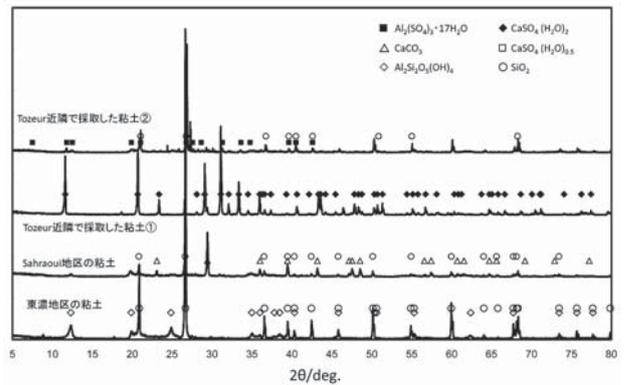


図5 現地粘土と東濃地区粘土のXRDデータ

東濃地区粘土はカオリナイトと石英、Sahraoui粘土は石英とカルサイト、近隣採取①は石膏、近隣採取②は石英が主な構成鉱物だと思われる。東濃地区粘土との比較から、Sahraoui および近隣で採取した粘土②に僅かにカオリン鉱物の存在が考えられる。正確には粘土がわずかに混じった土という状態であった。現地では、（図6）に示すように、泥漿を作り木枠に注型し天日干しするので、粘土の可塑性は成形にそれほど重要ではなかったのである。ただし、事業はこの一点を除いては概ねうまく動い



図6 トズールレンガの伝統的製法

ていたので、何らかの解決策を考えねばならなかった。当初予定していた結合剤では、反応性が高すぎるので、これに代わる結合剤を現地で安く手に入るものを考える必要が生じた。チュニジアの原料を取り寄せ対応することとなった。結果的にはセメントを結合剤として使うことで概ね解決できるレシピを作り上げた。さらに、これらの原料精製、原料配合や成形条件などをマニュアル化し、原料精製に必要な物資を現地に送った。これが完了したのが、2011年1月のことである。まさに冒頭に説明した政治的混乱のさなかである。2月にマニュアルと物資は何とか到着した。ただし、監督省庁の混乱、政治的混乱、人々の移動制限などがあり、研修員による新マニュアルによる最終確認が漸く2011年11月に行われた。ただし、これらの普及に関しては、カウンターパートおよびその監督官庁が混乱しており、普及体制がまだ十分整っていないとのことである。

日本での研修と講義、現地での研修と講義というミッションは完了した。あとは研修員である職業訓練校の先生方が地元の技術者に技術教育することになっている。その後、南部開発公社（ODS）とチュニジア商工業工芸連合会（UTICA）がイニシアチブをとって、生産体制を整えることも約束されている。あとはチュニジアの混乱が収拾することを待つしかない。まだ長い道のりがあるが、自立的に発展されることを祈るばかりである。

5. おわりに

ここまで事業内容を中心に紹介してきた。最後にチュニジア共和国を訪問しての印象を述べたい。首都チュニスには地中海性の過ごしやすい気候である。また、対ヨーロッパとの良好な関係から繁栄した街である。首都チュニスから支援地トズールまで車で移動したが、チュニジア各地にはローマ遺跡やモスクを初めイスラム関連の施設があり、モロッコとローマを同時に旅しているような錯覚におちいるほどであった(図7)。支援地トズールは、サハラ砂漠の北部にあたり、まさに砂漠である。滞在中に教えられたがスターウォーズのロケ地だったそうであ



図7 ローマ遺跡（EL Djemの円形闘技場）

る。スターウォーズの砂漠をイメージしてもらえばどのようなところか想像していただけるであろう(図8)。ここへは、ヨーロッパから異国情緒と太陽を求めて多くの



図8 トズール郊外の砂漠と残されたスターウォーズのセット

観光客がバカンスに訪れるそうだが、我々が行った7月は最も暑い月だそうで、観光はオフシーズンだった。そのせいで、滞在した広大な観光ホテルには、2週間のあいだ日本から来た我々2人のみという贅沢を味わってもらった。しかし、日中50℃を超える毎日で、日本一熱い多治見から出向いた我々も閉口ぎみであった。行かれる機会があれば季節を選ばれることお勧めする。

[謝辞] 本事業は多くの方のご協力を得て遂行できた。研修員 Mr. Hammadi CHEBI, Mr. Bilel HADADI 及びトズールの関係者、青年海外協力隊 岩館邦和様、安田治文建築都市設計事務所 安田治文様、シニアボランティア 山本君二様、亀井製陶(株)代表取締役 亀井宏明様、本件担当いただきました吉川典子様および JICA 中部の皆様、現地でお世話になった根岸精一様はじめ JICA チュニジアの皆様、その他関係各位、ここに記して深く感謝申し上げます。