



Title	鉄鋼合弁企業における技術移転(8)
Author(s)	米山, 喜久治
Citation	経済学研究, 33(4), 49-60
Issue Date	1984-03
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/31633
Type	departmental bulletin paper
File Information	33(4)_P49-60.pdf



鉄鋼合併企業における技術移転 (8)

米 山 喜久治

- 第1章 研究の目的と方法 (第30巻第3号)
- 第2章 日本鉄鋼業の技術導入と技術協力
(第30巻第3号)
- 第3章 戦後日本鉄鋼業と国際環境 (第31巻第1号)
- 第4章 八幡製鉄とマラヤワタ・プロジェクト
4-1 マレーシアの経済開発 (第31巻第4号)
4-2 八幡製鉄と経営者稲山嘉寛 (第31巻第5号)
4-3 合併企業マラヤワタ製鉄の設立
(第32巻第2号)
- 第5章 マラヤワタ・プロジェクトにおける適正技術
の開発
5-1 10万トン製鉄所計画 (第32巻第3号)
5-2 ゴム材木炭高炉技術の開発
5-2-1 「ゴム材木炭高炉」の着想と展開
(第33巻第2号)
5-2-2 マラヤワタ方式製炭技術の開発 (本号)
- 第6章 マラヤワタにおける技術移転 (以下次号)
- 第7章 結論

5-2-2 マラヤワタ方式製炭技術の開発

1962年6月マラヤワタ製鉄の鉄鋼生産は、海綿鉄を年間12万t生産する計画が立案されたが、その後のフィジビリティ・スタディー、技術的検討の結果、第5-12表にみるように、63年12月に木炭高炉1基日産160t、年産5万tをもってスタートし、第1期(3年)を経て、第2期(操業開始後5年目)年産10万8,500tとする操業計画に変更された。

シュミレーション・モデル(思考実験)による生産計画は、デスクプランとしてどのようなものでも可能であるが、現実に工場を建設し、生産を行なうためには解かなければならない技

術的問題があった。それは年産10万tの銑鉄生産に必要とされるゴム材木炭をいかなる生産方式によって品質、量、コスト、供給の安定性の全てを満足させながら生産するかという点であった。

日本における木炭製鉄は、伝統的たたら製鉄にみられるように原料砂鉄の採取と木炭生産のための森林の乱伐による環境破壊をもたらしたばかりでなく、その生産性はきわめて低いものであった¹⁾。

又明治初期官営釜石製鉄所の25t木炭高炉も鉄鉱石処理技術の未確立に加えて木炭供給体制の不備が原因となり操業に失敗した²⁾。

さらに戦後の木炭高炉は、銑鉄トン当り黒炭970kgもの原単位とコスト高が原因となり大型コークス高炉の高生産性に対抗できず衰退した³⁾。

- 1) 「1トンの鉄を生産するのに、どれだけの木炭、及びその木炭を生産するのにどれだけの山林が必要か」

仮定 (1) 1tの鉄をつくるのに、14tの木炭が必要
(2) 生木1石から30~37.5kgの木炭
(3) 1町歩から100石の生木を生産
30年で生木が成長

1tの鉄を毎年生産し続けるのに必要な森林の広さは約0.25km²、日本の森林面積約25万km²、もしその全部を製鉄用の木炭に使用したとしても18万tの鉄しか出来ない。

黒岩俊郎(1976)『たたら』p.122-123 玉川大学出版部。

- 2) 釜石製鉄所(1955)『釜石製鉄所七十年史』p.27~p.35.
- 3) 林業試験場編(1958)『木材工業ハンドブック』p.897. 丸善

第5-12表 操業計画 [1963. 12]

年 度 項 目	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
高炉稼働状況	No. 1 B・F 160 T / 日 × 1			No. 1, 2, B・F 160 T / 日 × 2				
鉄 鉄 生 産 高	50,000 _{t/y}	58,400	58,400	95,700	112,200	116,800	116,800	116,800
鋼 塊 生 産 高	48,200	56,500	56,500	92,300	108,500	112,900	112,900	112,900
圧 延 生 産 高	43,210	52,000	70,000	85,000	100,000	104,000	104,000	104,000
小鋼塊受入高	350	0	19,600	0	0	0	1	0

【出所】八幡製鉄『日マ合併マラヤヤハタ製鉄建設計画』(1963. 12)

このような国内の現状に加えて戦前の日本製鉄マライ製鉄所における木炭銑生産の失敗の歴史的現実が、ゴム材木炭高炉技術開発の途をとった八幡製鉄の技術者たちに重くのしかかってきた。

戦時下のマレー半島における日本製鉄の木炭製鉄事業は、日本国内でデスクワークを行った日鉄技術者の次のような現状把握に基づいて立案されたのである。

即ち「木炭の推定生産費は、当時国内自家製炭工場において270円70銭、買炭工場において315円70銭とみられたのに対して、マレー現地では、原料費の低廉、運搬費の節約および安価な労働賃金等の好条件のもとに168円80銭で生産されうるものと考えられた。」と⁴⁾。

熱帯雨林・原始林を原料に「無尽蔵にして生産容易に、かつ生産費低廉なるべしと想定された木炭の生産」を前提にして、タイピン市郊外に25 t高炉2基を建設し、1944年3月完成、年間1万5千 tの木炭銑生産を目標とした。

又高炉建設に要する資材の大部分は、日本から輸送し、原料鉱石及び石灰石はイポー鉄鉱山から採掘輸送する事とした。原料木炭は、タイピン西方数マイルの地域に産する民間製のマンガロープ製木炭1万 tを現地で三井物産会社を通して購入するほかブブ山林を中心に250基の製炭窯を建設して1.5万 t自家製炭を行ない、

両者を併用して2.5万 tの木炭確保を目標とした⁵⁾。

製炭技術者であり作業場長となった山崎泰義は、戦時下であり、大量かつ迅速な木炭生産を遂行するために、日本の白炭大がまを集合窯形式にした「内藤式集合製炭法」の活用を計画した。

この内藤式集合窯技術を基礎に、現地の土質その他を検討した結果、内径4.54 m、窯壁高1.51 m、炉材として窯壁、出し入口には大部分赤レンガを使用した、天井は自然土を用いた。したがって大型化が出来ず内容積29.49 m³、1回の出炭量平均3 tのものを標準とした。

1ヶ月の操業を約2回として修理期間等を見込み1基年産60 tを標準として、年間1万5千 tの生産のため250基の製炭窯の建設を目標とした⁶⁾。

しかし製炭場建設予定地のブブ山林は、蓄積豊富な美林であったが、全くの奥山、原始林で山道1つないところであった。

こうして現地の十分なフィールドワークに基づくフィージビリティ・スタディを欠いた製鉄事業計画は、その第1歩からつまづいたのである。

目的を達成するため代替地を求めて周辺の適地を踏査した結果ポントタンジュン及びセマン

4) 『日本製鉄株式会社史』p. 837-839

5) 山崎泰義「戦時マライ半島の日本製鉄製炭事業」

林業経済研究所編 (1972)『大正昭和林業逸史(下)』p. 231. 日刊林業新聞

6) 同上書 p. 233-234

第5-13表 マライ製鉄所製炭場築窯及び生産

昭和 年度	年, 月	築 窯 数		木 炭 生 産 量 (t)		
		完 成 数	累 計	生 産 量	払 出 量	残 量
18	1943.11-12	11	11	18	2.2	15.8
	1944.1-3	28	39	182	160.2	37.6
19	1944.4-9	86	125	550.7	290.1	298.2
	1944.10-45.3	53	178	2,387.5	2,244.6	441.1
20	1945.4-8	30	208	2,885.3	2,694.4	632.0
総 計		208	208	6,023.5	5,391.5	632.0

〔出所〕山崎泰義 (1972)「戦時マライ半島の日本製鉄製炭事業」
林業経済研究所編『大正・昭和林業逸史』(下巻) p. 245.

第5-14表 マライ製鉄所タイピン作業所銑鉄生産

高 炉	25 t 第一炉 (内容積 366 m³)		25 t 第二炉 (内容積 488 m³)		3 t 第1炉 (内容積 22 m³)			3 t 第2炉 (内容積 21 m³)	
	第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅰ期	第Ⅱ期	第Ⅲ期	第Ⅰ期	第Ⅱ期
操 業 期									
吹 入 年 月 日	S 19.5.29	20.3.29	19.10.27	20.8.20	19.7.12	19.9.7	20.7.5	19.11.18	20.2.6
吹 卸 年 月 日	S 20.1.27	20.8.14	20.3.18	20.8.24	19.7.21	19.12.2	20.7.28	19.12.16	20.2.27
出 鉱 量	2,472.52	11,633.672	1,743.014	32.93	19.0	166.14	25.5	71.35	43.046
合 計 (t)	4,106.194		1,775.944		210.631			114.396	
原 料 鉄 鉱 石 イポー鉱山 スリメダン鉱石等	4,772	4,063.65	3,585.0	66.0	41.67	314.0	87.9	141.2	110.4
石 灰 石 (t)	545	599.0	355.5	7.26	4.97	25.5	9.42	12.6	10.2
木 炭	三井木炭 (t)	3,670.2	1,347.6	2,840.0	82.33	106.37	454.0	0	205.0
	自製木炭 (t)	709.8	2,392.94	0	0	0	133.33	0	0
	木 炭 計 (t)	4,380.0	3,740.54	2,840.0	82.33	106.37	452.0	133.33	205.0
									177.53

〔出所〕山崎泰義 (1972)「戦時マライ半島の日本製鉄製炭事業」
林業経済研究所編『大正・昭和林業逸史』(下巻) p. 242-246.

ゴールにラワン材を中心とする林地を発見し、ここに製炭窯を建設し、生産を開始したのである。

計画窯数は250基とされたが第5-13表にみるように敗戦に至る1年10ヶ月の間に208基が建設され、その全製炭量は6,023 tにとどまった。

また木炭銑の生産量も2基の25 t高炉を中

心にわずか6,206 tに達するのみであった。

(第5-14表参照)

以上のように戦時中の木炭銑製造計画は、熱帯雨林樹木とマングローブを中心とする「無尽の材林と低賃金を前提にして計画されたが、戦局の拡大を伴う労働力不足、輸送力の欠乏によって危機をむかえた」のである⁷⁾。このように

7) 同上書 p. 235

日本国内でのデスクワークによる容易な日本の製炭技術の現地適用計画にはその発想において根本的な欠陥があった。

炭材の材質、南洋材のための製炭技術、資源蓄積量とそのリサイクル、立地条件、運輸条件、経済性、社会的波及効果等に関して科学的基礎を欠き、マレーの人々を単なる安い労働力としてしか把握せず、現地社会への貢献という理念を欠いた計画の挫折は、論理的必然であった。科学的精神を欠いたデスクワークに加えて軍事支配と結合した官僚主義こそその元凶であった。こうした歴史的教訓を生かして戦前の7倍以上の規模をもつ10万tの銑鉄生産に必要とされる月間5～6千tの木炭をゴム材を原料に生産する製炭技術の開発と生産方式の確立が解決されるべき最重要課題であった。

八幡製鉄の技術陣によって世界の木炭製造技術の現状が調査され次のような点が明らかになってきた。

オーストラリアにおいてゴム材と近い性質を持つユーカリ材を原木として利用し、チップ操業により木炭銑製造を行なう Wundowie 方式は、植林したユーカリをフランス型堅炉の所在地へ、放射状に切り開いた幅広い直線道路で、原木輸送を行なっている。

このオーストラリアの連続式堅炉は、マレー半島の海拔200m以下の排水のよいゆるやかな傾斜面を利用して逐次発達してきたゴム農場の立地の実情には不適當であった。

キルン法（ビーハイブ炉）による製炭は、日本では、炭窯として明治後期から大正・昭和期にかけて数多くの改良くふう考案がなされた。黒炭を生産する「土がま」、白炭を生産する「石がま」は、名称のついたものでも100種類をこえている。

マレーシアにおいてもマタン地区に50年の歴史をもつキルン法による製炭方式は、フランスの技術が植民地インドシナに導入されベトナム、カンボジア、タイを経由してマレーシア・マタン地区に定着したものである。

炭材を熱分解して炭素を残留させる技術的原理に立つ「気密窯」であるキルン法は、炭材、気候風土、経済市場の条件等の差を克服してその地域に最も適した「土着技術」として発達してきたのである。

主要な製炭法は第5-15表に示すような特徴を持っているが、マレーシアではすでにキルン法の一種が土着技術として発展している現状をみると、この方式が最も適していると判断された。

戦時中マライ製鉄所の製炭計画では、現地の土着技術が完全に無視されて、安易な日本の技術の現地への適用が意図されたが、マラヤワタ計画ではこれとは逆に現地の徹底したフィールドワークによって問題解決の鍵をマレーシアの現場から得たのである。

マレーシアの生産活動の現場に生きた土着技術に注目し、その特徴を正確に把握した上で、年産10万t高炉に必要な量の木炭を生産する技術を開発し、迅速に製炭工場を建設する事により、高炉の火入れ（操業開始）に間にあうよう生産体制を確立する事が追求された。

マライ製鉄所の失敗の主要な原因である1)炭材、2)資源量、3)立地、4)製炭技術は、世界で初めてゴムの廃木を工業用木炭に製造するというユニークな着想と現地での実験による実証によって最初の3点までは克服されたのである。

ゴム材木炭は高炉用木炭として使用しうる炭化度を持ち得ること、さらに従来ゴム園の再植樹に際して焼却されていたゴム廃材は経済価値がゼロであったが、これに新しい価値を与えたこと、ゴム園はプランテーションとして開発され道路網が整備されており炭材としてのゴム廃木の運搬が容易であり、安定的供給が可能である。

ゴム園は樹液の出なくなったゴムの木を20～30年を周期に再植樹しており、この再植樹のサイクルにあわせて炭材を集収する限り資源はリサイクルされ無限であること。

だが最後の製炭技術は、マレーシアの現場の

第5—15表 基本的製炭技術とその特徴

製 炭 法	特 徴
レトルト (Retort) 法 (1)	(i) 製品木炭の均一性が得られる。副産物が容易に回収される。 (ii) キルン法に比較して木炭トン当り3～4倍の建設費、コスト高。 (iii) 合成化学の発達により現在では副産物回収のメリット少なし。 (iv) この方法は容量が大きくゴム材を集中集荷する必要がある、マレーシアの道路条件として平均輸送距離が増加して企業採算上不利。 (v) 西オーストリアの堅型炉は機械化方式で労働力の豊富なマレーシアには不適。
堆 積 法 (2)	(i) 欧米ではマイラー (Miler) 法といい、古くから行われている。欧米の製炭技術の基本となる方法である。ヨーロッパでは、小規模の炭化事業に最も普通に用いられる。収炭率15～20%。 (ii) 原材料を縦積又は横積し、粗朶、樹皮、その他でおおい空気の流通を制限して炭化する方法。 (iii) ゴム園が村落に近接し、操業による火災の危険性がある事及び雨量の少ないところが立地の適地であるため、雨期が長期間にわたるマレーシアでは不適。
キルン (Kiln) 法 (3)	(i) 一回転の木炭生産4t～10tで比較的小容量、炭材の窯内への搬入及び木炭の搬出が入力に依存する労力集約型。 (ii) 一工場単位、木炭生産月額600t～900tに要するゴム炭材は、月間4000t～6000tが好ましい事業単位。キルン方式は、マレーシアでゴム材を炭材とする場合資源条件に最も適している。 (iii) マレーシア・マタン地区を中心に、この方式は50年の歴史がありその製炭技術の基礎を活用しうる。

【出所】(1), (3): 大岩泰 (1974)『製鉄用木炭製造に関する研究』p. 12.

(2) : 内田憲 (1952)『木炭と加工炭』p. 38.

林業試験所編 (1958)『木材工業ハンドブック』p. 811.

問題解決の鍵となる技術であり、新たに開発されなければならなかった。

熱帯地方の高温多湿の自然、気候風土、経済社会環境に適応して発達してきたマラヤ在来方式 (一種のビーハイブ型マタン方式) は、華僑の料理用燃料生産を目的とした技術であり、生産される木炭の品質は、低温炭化で揮発分を残すため炭化度が低くかつ小規模生産である、このマラヤ在来方式は、高炉用木炭生産のためには、そのままでは使えなかったのである。

現地に生きるビーハイブ型マタン方式による製炭は、長い経験を基盤に磨きあげた熟練を持つ中国人の技術者によって担われてきた。この経験的熟練を科学的に解明して高炉操業用の木炭製造技術が開発されなければならなかった。新しい技術開発に大正・昭和期の日本で発展していた世界有数の製炭技術が役に立ったのであ

る。だがこの技術への過信が現場無視を生み戦時中マライ製鉄所の失敗をもたらしたのはすでに見た通りである。現場の資源、土着技術、最先端の理論が有機的に統合された時はじめてユニークな適正技術が生み出されるのである。

大岩泰はまずシンパンキリのオーナーに依頼してゴム材を土着技術であるマタン方式 (緩炭化低温炭化方式) で、40～45日をかけて焼く実験を行ないゴム材が木炭用の原料として使用可能であることを実証した。これによってゴム材木炭の炭化度を上げる事及び炭化炉の回転日数の短縮による生産性の向上によりマラヤワタ製鉄が木炭高炉方式によって一貫製鉄所として建設操業しうる可能性を開いたのである。

ゴム材を炭材に利用する着想にいたる経過についてはすでに述べたが、ゴム材の炭化実験をマラヤの在来技術を使って行なう事及び在来技

術を基礎に新しい製炭技術の開発を展開する発想は、大岩の3年半にわたるマラヤ・シンガポール在任中に得たマラヤの人々との深い人間的共感と共鳴、マラヤの自然、風土への愛着をその基底に持つものであった。

けだし人間の論理的思考以前の情念的思考の様式を決定するものは、人間や自然への深い共感、共鳴であると考えられるからである。

情念の世界に渦まくものを具体的な技術と事業に展開するのに不可欠なものは理念と理論である。

マラヤ在来型製炭法を改良するにあたってすでに大正期の日本で確立された三浦伊八郎（東大教授）の製炭理論が重要な指導原理となった。「2年間の製炭技術の改良は殆ど三浦先生の理論を現地の事情に適応させて行った」と大岩は述べているが、問題を構成する本質的要素は、「ゴム炭材」、「マラヤ在来型マタン方式」、「三浦製炭理論」であり、これらを弁証法的に統合して新しい製炭技術を開発し、高炉の操業開始に間にあうように木炭の生産体制を確立することであった⁹⁾。

この製炭計画を当初から指導、助言したのは、東京教育大学農学部岸本定吉教授であった。岸本は東大三浦研究室の出身で、戦前から国有林小塚製炭試験地で試験業務を担当し、富岡営林署長、林業試験場木炭研究室長を経て、東京教育大学教授の任についた木炭研究の専門家である⁹⁾。

教授の指導により米国式天井鉄板方式が導入され、高炉用木炭生産窯が各キルンセンターに合計211基建設された。

マラヤ在来製炭法を基礎とした技術開発とキルンセンターの改良に加えて、この米国式天井鉄板方式を採用したのは、「限られた期間内にプライを中心に半径48kmの地域にこの木炭計画を

展開するためには計画の確実さ、安全さと建設の速度を考えてとりあえず両方式を併用することが必要と判断した」ためである。技術開発に要する期間が確定しにくい事及び量産体制を実現するための操業管理に不確実な要素を多く残していたためである。一方で安全性を確保しながら、問題解決の正攻法により技術開発を推進したのであるが「木炭高炉の火入れぎりぎりに間に合う」ほど日程はつまっていたのである。

そしてこの新しい製炭技術の確立に貢献したのは日本人技術者だけでなく、マレーシアの土地に生きる Foom を中心とする若い華僑の技術者が参加したのであった¹⁰⁾。

このように短期間に技術開発と技術移転が成功した背景には、大岩泰の「企業組織は将来の技術幹部養成を推進しうる母体となりうる」という基本的理念があり、マレーシア人を優先する「マレーシア化政策」があった。

ここにおいて現地の人々の能力開発、創造性の開発と参加の原則がみごとにつらぬかれたのである。

ゴム材木炭技術の研究開発は、第5-16表にみるように現地キルンを使用した炭化基礎試験からスタートして、1966年7月から67年5月に至る4期にわたる炭化試験により標準作業が確立された。さらにその標準作業修正のための炭化試験が続行され、この修正標準作業による操業体制を確立し、技術移転が進んだのである。

すでに述べたようにマラヤ在来型のキルンの改良が行われたのであるが、在来型と改良型の対比は第5-17表に示す通りである。又その断面図及び平面図は第5-4図に示す通りである。このセラマ型キルン（マラヤ在来方式の改良型）の特徴は、

- 1) 単位生産能力を1サイクル10tに拡大
- 2) 炉内を高温操業に耐えるよう粘土で補強
- 3) 着火室、燃焼室は、着火と燃焼時間を短縮するため分離された。これは経済的な燃料消費の実現及び作業条件を単純化するため

8) 大岩泰 (1981) 「マラヤ木炭銃事始」 p. 52. 『鉄鋼界』昭和56年7月号

9) 岸本定吉 (1972) 「国有林小塚製炭試験場のこと」 p. 393-398.

『大正昭和林業逸史』(下)

10) 「マラヤ木炭銃事始」 p. 53.

第5-16表 ゴム材製炭技術の研究開発

年 月	研 究 名	目 的	結 論
1969. 2-5	現地キルンを使用した炭化基礎試験	ゴム材を用いた木炭製造の可能性の証明, ゴム材不適説をくつがえすこと。マレーシア木炭業者所有キルン・マタン方式 (緩炭化低温炭化方式) で実験。	炭化温度が低いのでやや炭化度が不足しているが炭化方式の改良によって高炉用木炭製造が可能。
1966. 7-9	第1期炭化試験	1966. 3 マラヤワタ木炭会社設立。セラマに木炭生産工場を建設し, マタン型キルン8基を建設 異なる容量のキルンを建設し, 炉容の大小による効果, 炭化温度の上昇及び急炭化操作による効果の解明。現地で生産されるレンガで炉を築く。	排煙口の拡大による通風量の増加が可能。 岸化期間の窯内温度即ち最終排煙口温度の上昇が可能。
1966. 10	第2期炭化試験	高温急炭化方式の開発試験。 高品位炭を得ると共に生産性を高める目的で日本式製炭 (精練) 技術を導入。	1回転20日となり, マタン地区キルン操業の2.5倍の生産性を得る。キルンの集中的配置と定着労働者によって木炭の工業的集中生産が可能。
1966. 11-12	第3期炭化試験	高温急炭化操作技術の確立による高品位炭生産方式の確立。	作業期間中の通風量を増大させるため, 操業中の煙突の吸引効果を高めた。 炭化時間は80-120時間で, 固定炭素平均84%の木炭を得る。 急炭化方式の導入により炭化時間が100時間前後となり, 1回転16日-20日操業が可能。
1967. 2-5	第4期炭化試験	作業標準確立のための炭化試験。 マラヤワタ製鉄の木炭高炉の建設も完成に近づき木炭の生産設備の完成も急がれた。月間600-900tの木炭生産能力を持つ木炭生産工場を7工場次々と建設, 各工場の作業の標準化のための炭化試験。	作業標準の確立。 着炭化時間の合計120-150時間となり急炭化方式の作業が実現された炭化期最終排煙口温度も250℃-390℃, 窯内上部温度も700-720℃に達し, 木炭固定炭素86-88%。
1967. 6-9	標準作業修正のための炭化試験	キルン内ゝひび、割れ現象の問題克服のための窯内温度の調整。 高温急炭化方式の導入と, 生産効率を上げるためゴム炭材を窯内上部に装入する結果として750-800℃の高温に達し, マレーシア産の築炉用レンガではキルン内にゝひび、割れが出る。	炭化期の風量調節を3段階に単純化した。 温度調節により (a) 窯上部の高温度帯の利用 (b) 高固定炭素の木炭の生産 (c) 窯体の保護の目的が達成される。
1967. 10-	修正標準作業による炭化操業	1967. 9 マラヤワタ製鉄, 第一高炉火入れ操業開始。 標準作業に基づく木炭生産, キルン操業の状態の追跡試験。	最終温度がほぼ一定しており, 作業標準に忠実な作業が行われる。 9月 日本人3名のみ, 他は全てマレーシア人。技術移転とマレーシアニゼーションの達成。

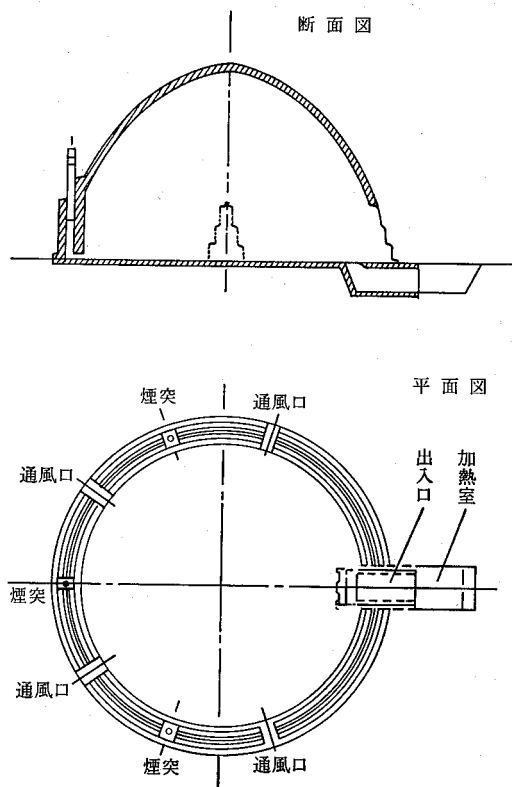
〔出所〕大岩泰 (1974)『製鉄用木炭製造に関する研究』p.1-45.

第5—17表 マラヤ在来型キルンとセラマ型キルンの比較

	外 形	直 径	排 煙 口	煙 突	炉内容積	高 さ	レンガ数
マラヤ在来型	ドーム型	22フィート	3フィート × 4フィート	4ヶ所	3,500 立方フィート	13 フィート	18,000
セラマ型	ドーム型	25フィート	6フィート × 4フィート	8フィート× 7.5フィート×3	5,600 立方フィート	15.5 フィート	炉体は レンガ造り
	着火と炭化 時 間	冷 却 時 間	炉 内 最高温度	キルン温度	炭 材 量 (1 サイクル)	燃料消費量 (1 サイクル)	出 炭 量 (1 サイクル)
マラヤ在来型	330-330 H	330-360 H	600℃	200℃	32t	3t	4t
セラマ型	170 H	330 H	720℃	350℃	60t	6t	10t

〔出所〕大岩泰・岸本定吉 (1973) “Study on the Charcoal Making Process with Rubber Wood as Raw material for Integrated Steel Mill Project in Malaysia” 『日本林学会誌』 Vol. 55 No. 5. p. 180.

第5-4図 セラマ型キルン



〔出所〕第5-17表に同じ

に行われた。

- 4) 3つの煙突が直径8フィート、高さ7フィートを持つのは、排煙量の増大と制御を目

的に設定された。

- 5) 炉底温度を上昇させるために、煙道をもうけた。
 6) キルンの改良の結果、炭化の最終段階で「ねらし」が可能となった。
 7) 生産性は炭化期間の短縮によって飛躍的に増大した¹¹⁾。
 等の諸点をもつものである。

以上のような製炭技術の開発は第4期炭化試験を経て第5-18表にみるような炭化作業標準を確立した。さらにキルン内の「ひび割れ」現象克服のために修正の実験が行われ、第5-5図にみるような標準修正が確立されたのである。この修正標準作業は量産体制確立のために建設された7つのキルンセンターにおけるキルン操業の技術標準、作業標準となり、マラヤワタ製鉄の高炉火入れにギリギリ間にあう形で木炭の大量生産を開始したのである。

このキルンセンターは、マラヤワタ製鉄の立地点プライを中心に半径48km以内に7つ建設され、それぞれゴム園の密集地帯に分散配置されたのである。

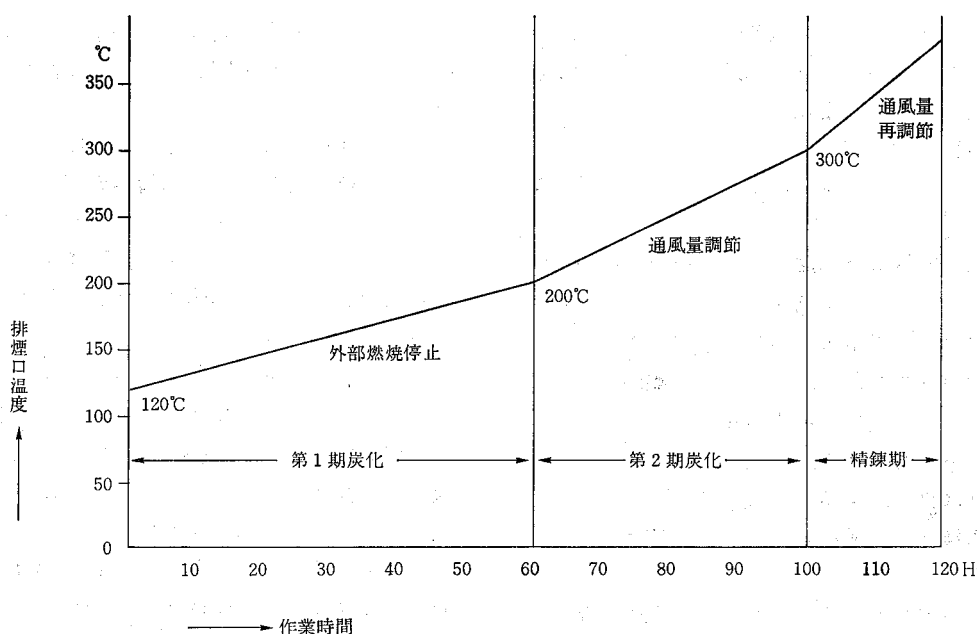
- 11) 大岩泰・岸本定吉 (1973) “Studies on the Charcoal Making Process with Rubber wood as Raw Material for Integrated Steel Mill Project in Malaysia” 『日本林学会誌』 Vol. 55 No. 5 p. 180

第5-18表 Malayawata 木炭, 炭化作業標準

a	炉 型	径 7.6m 高さ 4.72m 容積 5,600 m ³
b	原木装入	60~70 ton
c	燃 材	6 ton
d	木炭生産	10~12 ton/1回転 1回転 - 25日
e	作業時間	着火 70時間, 炭化 100時間, 冷却 400時間 出炭装入 30時間 合計 600時間
f	炭化温度	排煙口温度 350~380℃ 窯内上部温度 600~720℃
g	製品木炭	固定炭素 84~86%
h	窯内温度	窯内上部 720℃ 中部 500℃

〔出所〕大岩泰 (1974)『製鉄用木炭製造に関する研究』p. 20.

第5-5図 Malayawata 修正標準作業 (図式)



〔出所〕大岩泰『製鉄用木炭製造に関する研究』p. 31

- 注 (a) 着火時間は炭材の水分により30~60時間をする。
 (b) 排煙口温度が110℃~120℃に達した時燃焼を止める。通風量の調節
 (c) 排煙口温度が200℃に達した時通風量を調節して窯内上・中部の温度の急上昇を抑えるとともに窯内底部の温度上昇をはかり、窯底の炭化を促進する。
 (d) 排煙口温度が300℃に達した時、再び通風量を増加して、最後の精練炭化を行なう。精練時間約20時間の間に窯内底部を含めた完全炭化が完了する。

第5-19表 ゴム材木炭生産事業地と木炭生産量

(1967.12.31)

No.	事業地	面積	生産量	炭がま数
	キルンセンター	エーカー	トン	型 基
1	ブキットメルタジャム：ウィレスリー州	9.7	600	B/M 51
2	セラマ：ペラー州	14.4	930	Selema 65
3	スンゲイ，パタニ：ケダー州	16.1	1,200	B/M 100
4	バダン，セラニ：ケダー州	9.0	550	Selema 37
5	スンゲイ，ブルカッパ：ウィレスリー州	15.0	600	Selema 40
6	クアラ，ケチット：ケダー州	8.7	720	B/M 60
7	スンゲイ，コブ：ケダー州	12.3	800	Selema 54
	ブリアック試験地	2.0	50	Selema 6
計		87.2	5,450	B/M型 211 Selema 196 試験炉 6

413

〔出所〕大岩泰 (1969)『マラヤワタ製鉄計画における木炭計画の推進について』p.31, 103.

(注) B/M: Bukit Mertajan 方式, 帝国製鉄竹森工場 (1962年) 及び安浦工場 (1964年) における予備的試験を通じて帝国製鉄が開発した方式である。

キルンセンターの立地条件としては、

- 1) 立地を中心とした16km以内に、主力の供給源となりうる3,000エーカー以上のゴム園が数ヶ所存在しうる。
- 2) 同時にスモール・ホルダーからの供給も期待できる。
- 3) 主要幹線道路に面するか、或いは隣接していて、トラック輸送に便であること。
- 4) 附近より労働者を容易に取得できること。
- 5) 低湿地帯を避け、なるべく地盤が強固であること、雨期に増水の危険のないこと。
- 6) 作業に必要な水の供給が可能なこと、出来れば電気、電話の架設が容易なこと。
- 7) 面積として最小10エーカーは確保しうること¹²⁾。

等が主要なものであった、この条件に基づき7つのキルンセンターの立地が決定されたのである。(第5-19表参照)

具体的に立地を決定するにあたりそれぞれの地域に関する情報収集が不可欠であるが、これは大岩が JETRO 在任中マラヤ・シンガポー

ルでの3年間の生活経験を基に築いてきた友人のネットワークが決定的に重要な役割をはたしたのである。

マラヤ政府林野局との接渉の過程で知りあった若手官僚、製鉄所建設準備作業の中で知りあった現地コントラクター、フィールド・ワークで知りあったキルンセンター建設予定地カンボンの部落長などから具体的な地域に関する情報を得ることができた。

なかでもペラ州に育ちマレー人に知己の多い Inche Ismail の情報は、一番的確で豊富であり、同人は、これをご縁にマラヤワタ木炭に社員として採用され、キルンセンター建設に貢献することになったのである¹³⁾。

マラヤワタ・プロジェクトにおける技術開発、生産体制確立、技術移転が成功したもう一つの側面に組織運営が適切であった事を挙げなければならないであろう。

現地建設本部発足間もない1965年11月、大岩は製鉄部門の原料部門にあたるこのゴム材木炭生産部門を分離独立して別会社とすることを発

12) 大岩泰 (1968)『Malayawata 製鉄計画に於る木炭計画の推進について』p.100-101.

13) 大岩泰氏面接記録 (1982.7)

案した、この案についてマラヤワタ製鉄 Tan 社長と相談して、100% 出資子会社のマラヤワタ木炭 (Malayawata charcoal Sdn. Bhd.) を66年3月に発足させた。

大岩はプロジェクトのおかれた状況を「この木炭計画を推進するためには一瞬の猶予も躊躇も許されなかった。会議を開いて会議している余裕などどこにもない」と判断して、こういう非常の手段を選んだのである¹⁴⁾。

日本的経営の意思決定は、稟議制度によるボトムアップ方式で、担当者レベルからの参加的意思決定を特徴としているが、これには2つの弱点が存在する。

まず第1に意思決定に時間がかかる事であり、刻々に変化する状況に敏速に対応出来ない点である。急速に変化する状況に主体的に対応するためにはむしろ独断専行のトップダウン方式による意思決定が有効であり、この意思決定に基づく強力なリーダーシップの発揮が必要なのである。

木炭技術開発の現場⇄マラヤワタ製鉄所建設本部 (プライ) ⇄マラヤワタ製鉄本社 (クアラルンプール) ⇄八幡製鉄本社 (東京) を往復する意思決定回路では、あまりに時間がかかりすぎる上に現場の状況を正確に把握しないで既成概念と価値基準によって意思決定が行われる危険性も存在したのである。

大岩がマラヤワタ木炭会社設立を発案した背景には、あくまでも高炉操業開始に間に合うように木炭の生産体制を確立するという課題の遂行があり、そのために意思決定の回路を短かくして現場の問題状況に即して的確かつ迅速な意思決定を行ない問題解決の任務を遂行する事が存在した。

戦時中のマライ製鉄所の製炭計画では、迅速な工場建設と操業開始が急がれている状況下にありながらも、技術者が現場についてやっと計画の木炭供給地である事を発見しポイントタジ

ン、セマンゴールの平地林を調査し代替林地として申請したが、許可に半年もかかる官僚的組織運営があった¹⁵⁾。

この愚をくり返してはならないのはいうまでもない事である。問題解決の制約条件の中で「時間」は、絶対的条件となる。

限定された時間内に問題解決を達成するためには、時間を有効に使わなければならない、そのためのシステム設計が必要である。

次に日本的経営のボトム・アップ方式による意思決定のもう1つの弱点は、組織の上級職位にある者の「決定」への責任と「執行」への責任が不明確となる事である。

この点に関しては、マラヤワタ木炭会社の初代会長には、マレーシア・ゴム業界の実力者チャン・ミン・テン (Cheng Ming Tiem) が就任し、マラヤワタ製鉄取締役であり木炭計画の推進者であった大岩泰が、専務取締役となった。特に大岩は、「この木炭計画に技術者としての生命をかけて」おり、結果に対する責任を痛感し、背水の陣をしいたのである¹⁶⁾。

こうして原料部門が独立してマラヤワタ木炭会社として発足する事により、大組織の弊害である、(1)意思決定に時間がかかる (2)意見がなかなかまとまらない (3)責任の所在が不明確となる等避けることができたのである。

製鉄部門と原料部門では、経営的にも技術的にも異った面が多く存在する事は日本の企業でも製鉄会社と、鉄鉱石、石炭等の原料供給部門は別会社となっている事をみても明らかである。特にこの木炭計画は、ゴム材の購入、運搬、製炭等に関して十分な知識のある人が現場の状況に対応して的確に意思決定を行なう必要があった。ゴム材の購入、運搬等の仕事をマラヤワタ木炭会社が土着の会社をコントラクターとして活用した事が、マレーシアの地域社会が持つポテンシャルを最大限に生かす事になり、きび

15) 山崎泰義「戦時マライ半島の日本製鉄製炭事業」p. 233.

16) 「マラヤ木炭銃事始」p. 56.

14) 「マラヤ木炭銃事始」p. 56.

しい日程による製炭計画の成功をもたらしたものの1つの原因であると云える。

キルンセンターの運営についても仕事に従事する人間の能力を開発し、参加を促進することによってマラヤワタ木炭会社は、マレーシア国

内で最も早い時期にブミプトラによるマラヤニゼーションを達成した企業となったのである。

＜付記＞本稿は大岩泰氏の所蔵するマラヤワタプロジェクト資料と証言に依存しています。記して深く感謝いたします。