

論文

東アジア石炭産業の合理化と日本

— 日台間技術移転の事例 — *

島西 智輝[†]

要 旨

第2次世界大戦後から1960年代頃まで、日本は東アジアでは中国に次ぐ石炭生産国であり、炭鉱技術の先進国のひとつだった。本稿は、こうした特徴をもつ日本が戦後の東アジアにおける石炭産業の合理化においてどのような役割を果たしたのかという点について、日本から台湾への技術移転を事例に検討し、以下の点を明らかにした。

第1に、1950年代から1980年代にかけて、海外直接投資、技術指導、および台湾人技術者の渡日研修をとおして、日本の石炭生産技術や炭鉱保安技術が台湾に移転された。第2に、台湾の石炭産業は日本からの技術導入によって生産の機械化や保安機器・設備の導入に成功したが、顕著な合理化効果は見られなかった。第3に、台湾の石炭産業の技術導入や合理化に際しては、アメリカと日本がともに重要な役割を果たしており、技術導入をめぐって緊密な日米台関係が形成されていた。第4に、日本からの技術移転を経て、台湾では炭鉱技術の国産化が一定程度進展し、鉱山機械企業のなかには輸送機械企業へと事業を拡大する企業も見られた。

1. はじめに

本稿の目的は、第2次世界大戦後の東アジア石炭産業の合理化において日本が果たした役割を、日本から台湾への技術移転に即して明らかにすることである。

日本の石炭産業は、戦後復興期の労働集約的な増産を経て、1950年代半ばから生産・流通の合理化を本格化させた。1950年代末には石炭専用船を就航させる一方、1960年代末には世界に先駆けてシールド枠とドラムカッターを組み合わせた機械化長壁採炭を実用化した。しかし、エネルギー革命や公害規制の強化などによって石炭産業は価格・品質の両面で輸入エネルギーに太刀打ちできなくなり、1960年代終わりに急速に衰退していった（島西、2011）。日本経済における石炭産業の位置づけは、高度成長期に著しく低下したのである。

[†] 立教大学経済学部教授

* 本稿は、JSPS 科研費19H00611および2021年度東洋大学国内特別研究費による成果の一部である。

表1 アジアの石炭生産量, 1960年

(単位: 千トン)

国名	数量	国名	数量
中国	420,000	パキスタン	831
インド	52,677	ニュージーランド	812
日本	51,067	インドネシア	658
オーストラリア	22,933	モンゴル	620
北朝鮮	10,600	イラン	195
韓国	5,350	フィリピン	147
台湾	3,962	アフガニスタン	48

(出所) 通商産業省大臣官房調査統計部編 (1961: 655) より作成。

他方、視点をアジアに広げると、国内とは異なる日本の石炭産業の姿が見えてくる。表1は、1960年のアジア太平洋諸国の石炭生産量をまとめたものである。4.2億トンを生産している中国は別格として、第3位の日本の生産量(約5,100万トン)は、第2位のインドとほぼ同等であり、韓国や台湾の10倍前後であったことがわかる。東南アジア諸国や西側陣営に属していた韓国、台湾、およびオセアニア諸国にとって、日本は共産圏を除くアジア太平洋地域最大の石炭生産国であり、炭鉱技術の先進国だったのである¹⁾。

しかし、高度成長期から1990年代を対象とした日本の石炭産業史研究は、衰退過程や国内炭鉱の生産合理化に関心がある一方(島西, 2011; 矢田, 2014など)、海外において戦後日本の石炭産業が果たした役割については、1990年代から開始された中国、ベトナム、およびインドネシアに対する日本の炭鉱技術移転事業の効果を肯定的に評価する研究(島西・石川, 2018; 島西編, 2019; 石川, 2019)、および北海道の太平洋炭鉱による採炭プラント輸出の試みに関する概説(Shimanishi et al., 2023)にとどまっている。戦後日本企業の海外進出や技術移転の拡大の歴史を踏まえると、石炭産業についても、高度成長期以降の国際的な活動を丹念に検討し、その位置づけを確定する必要がある。

他方、第2次大戦後の日本による国際協力の特徴として、インフラ整備を主体としたプロジェクト・ベースの支援にくわえて、技術研修などをとおした「人づくり」の重視があげられている(黒崎・大塚編著, 2015)。上述した1990年代以降の炭鉱技術移転事業でも、研修をとおした「人づくり」が重視された事実が指摘されている(島西・石川, 2018; 島西編, 2019; 石川, 2019)。これらを踏まえれば、炭鉱技術の先進国だった日本が炭鉱技術にかんしてどのような国際協力を行ってきたのか、そしてそれはどのような特徴をもっていたのか、という点は、一考に値する論点であろう。

1) なお、1980年の日本の石炭生産量は約1,800万トンであったが、それでもアジア太平洋地域の西側諸国ではオーストラリア、韓国に次ぐ生産量であった(資源エネルギー庁石炭部, 1982: 130)。

以上の問題意識に基づいて、本稿は第2次大戦後における日本から台湾への炭鉱技術移転の歴史を検討する。植民地期の台湾石炭産業では日台間で緊密な資本・技術関係が形成されていたが（陳，2014：第5，7章），兼業労働者が多く，自然条件も悪いために設備投資のリスクが高く，生産の機械化は限定的であった（島西，2013）。第2次大戦後の東アジアでは，中国，日本，韓国，北朝鮮，台湾のいずれも石炭生産国であったが，後述するように，台湾の石炭産業は坑内掘炭鉱が中心であり，経済復興のための増産とエネルギー革命にともなう急速な合理化と衰退を経験するなど，戦後の日本と類似した状況にあった（陳，2014）。こうした先行研究の知見を踏まえると，戦後も炭鉱技術をめぐる日台間の関係が存続したと考えられるが，戦後台湾石炭産業の通史を論じた陳（2014）でもこの点は検討されていない。本稿で台湾を事例とするゆえんである。

なお，台湾の製造業については，自動車産業，造船業，およびセメント業などにおける日本からの技術移転・導入の過程が明らかにされている（川上，1995；湊，2008；洪，2011）。また，蔡龍保は，アメリカ援助期における台湾鉄道による技術導入の過程を分析し，技術導入においてアメリカとともに日本が重要な役割を果たしたことを指摘している（蔡，2022）²⁾。これらの産業とは異なり，石炭産業が台湾経済に占める比率は高くなかったとはいえ（湊，2019：66），本稿の分析は技術移転をめぐる日米台間関係にかんする歴史理解を深める一助になると考えられる。

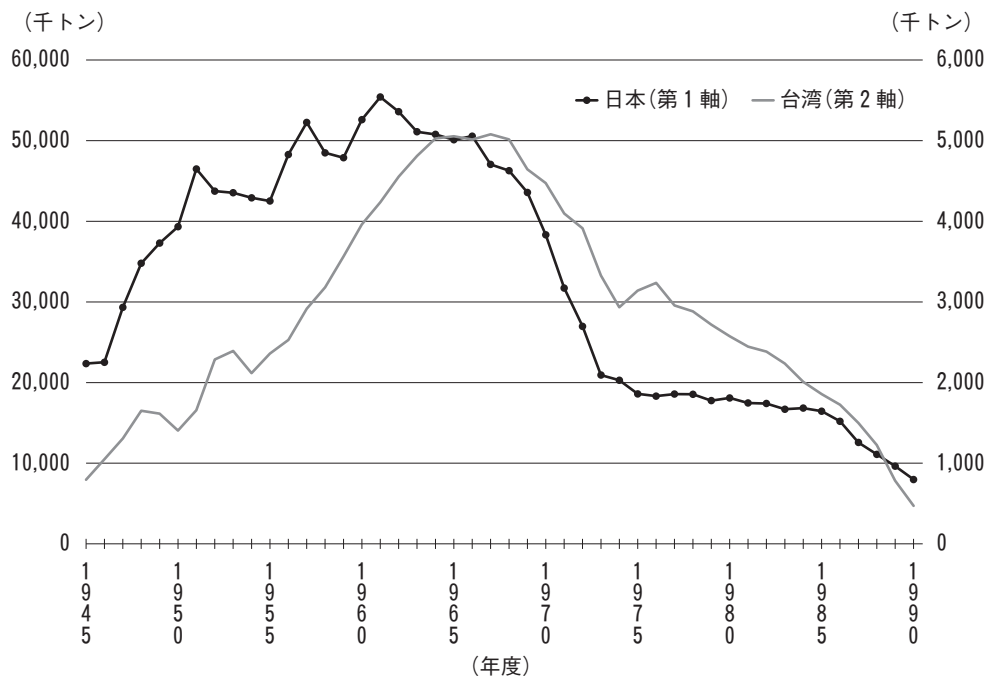
2. 成長期における合理化—1950～1960年代

（1）直接投資の限界と影響

図1は，日本と台湾の石炭生産量の推移をまとめたものである。台湾は日本の約10分の1の生産量であるが，日本の生産量は1960年代に入って漸減しているのに対して，台湾のそれは1950年代半ばから1960年代半ばまで増加し続けていたことがわかる。1950～1960年代は台湾石炭産業の成長期だったのである。

この時期，日本国内では鉄鋼業の復興・成長にともない，コークス用原料炭，とくに日本でほぼ産出されない強粘結炭を輸入に依存していた。戦前は中国の開灤炭が中心であったが，第2次大戦後は国際情勢の変化にともないアメリカ炭が中心となった（島西，2011：44-45，67-68）。しかし，長距離輸送されるアメリカ炭 CIF 価格は1950年代初頭から半ばにかけてトン当たり17～18ドルから27ドル程度まで上昇した（長田，1956，101-103）。それゆえ，鉄鋼業は近距離での新たな強粘結炭供給元を求め，1953年2月に鉄鋼4社（八幡，富士，住友，日本鋼管）が台湾の新竹・苗栗の炭田調査と炭鉱視察を行った。新竹炭田は1949年から国営の新竹炭鉱が

2) 洪（2011）は，台湾造船会社の経営において，アメリカに引き続いて日本の技術が導入されたことを明らかにしている。



(出所) 石炭政策史編纂委員会編 (2002: 32-33); 陳 (2014: 516-517表) より作成。

図1 日本と台湾の石炭生産量, 1945-1990年

炭鉱を経営し、苗栗の南莊炭田は林為恭が政府から鉱区を借り受けていた(科学技術庁資源局, 1961: 69-71; 長田, 1956, 101-103)。新竹の強粘結炭(ナロ・カラバイ炭)は、日本の鉄鋼企業と商社によって1955年から輸入が開始された。

他方、南莊炭田は1955年から林為恭が開発に着手し、南莊鉱業股份有限公司(以下、南莊炭鉱)を設立して日本への輸出を開始していたが、1957年にこの炭田を日・米・台合同で開発する計画が持ち上がった。本計画は、アメリカから提唱されたものであり、南莊炭田の強粘結炭を増産することで、①日本の強粘結炭需要増加と米国炭価格上昇への対応、②台湾の鉄鋼業・肥料工業向けのコークス用原料炭確保、③アメリカの経済援助先の確保、を実現させようとするものであった。所要資金は約400万米ドルであり、アメリカからの経済援助資金と日台両国の資金で調達することとされた(著者不明, 1957: 68-69)。この時期の台湾経済は、アメリカ援助中心の「外資依存型」工業化が展開された時期とされるが(涂, 1976: 3-8)、南莊炭田開発はその一環として実施されることになったのである。

日本側は八幡、富士、日本鋼管が「製鉄原料委員会」を組織し、来日した林為恭と折衝にあたった。最終的に鈴木商店系の日商の子会社だった米星商事と、同じく鈴木商店系の羽幌炭礦鉄道(以下、羽幌炭鉱)が1957年から調査等を進めた結果、両社によって投資と開発が行われることになった。米星商事が南莊炭鉱に93万ドルの資金を提供し、羽幌炭鉱が技術指導を行っ

表2 南莊炭田への投資計画

投資内容	貸付（現金：280千ドル，現物：677千ドル），技術者派遣
生産計画	1958年度から5ヶ年（第1年度：56,600トン，第2年度：120,000トン，第3年度以降：年144,000トン）
ロイヤリティ	トン当たりで以下の価格を値引いて石炭を輸入（第2年度：2ドル，第3年度：2.5ドル，第4年度：2.36ドル，第5年度：2ドル）

（注）他資料では投資額は930千ドルとされているが，原資料のまま記載した。

（出所）古藤編（1964：313）より作成。

て南莊炭鉱の増産体制を確立することで，日本の尼崎コークス工業ヘトン当たり14～15ドル（CIF 価格）で強粘結炭を輸出する，という計画であった（著者不明，1958：39；田部，1983：170-171；近藤編，1985：171-172，174）³⁾。本事業は台湾の第2次経済建設4カ年計画（1956～1960年）にともなう日台協力事業として第2回日華協力委員会（1957年10月）で正式提案され，1958年に台湾政府の許可を受けた（日本輸出入銀行審査部，1958：69-80；池井，1960：13-14）⁴⁾。表2に示したように，投資計画は5ヶ年にわたっており，2年目までに生産量を約2倍に増加させ，強粘結炭を割引価格で輸入することで投資額を回収することとされた。

投資許可に先立つ1957年から羽幌炭鉱の本社生産部長と炭鉱技師が渡台し，南莊炭鉱の技術指導が始まった。太陽曹達が1941年に北海道北西部の羽幌に設立した羽幌炭鉱は，旧財閥系のような大手炭鉱ではなかったが，大手炭鉱に匹敵する生産量（1955年度で約55万トン）をあげた大規模な炭鉱であり，家庭用塊炭では道内で根強い需要を持っていた。1950年代半ばには約3mの厚層の切羽を鉄柱・カッペ（鋼梁）で支えながらコールカッターで採炭し，コンベア輸送するなど，生産の機械化も積極的に進めていた。1956年度の労働者1人当たり月産能率は32トンを超え，全国平均（14.3トン）の2倍以上に達した。羽幌炭鉱は，当時の日本で最高水準の高効率機械化炭鉱だったのである（近藤編，1985：1-140；石炭政策史編纂委員会編，2002：32-33）。

これに対して，南莊炭鉱はツルハシによる人力採炭であり，炭層も50～60cmの薄層だった。採掘された石炭はトロッコで坑口まで搬出され，索道やトラックで選炭機まで輸送していた。羽幌炭鉱とは対照的な労働集約的な炭鉱だったのである。羽幌炭鉱の技術指導者たちは，坑内運搬用の巻揚機や新たな選炭機を導入することで，生産の近代化をはかった（近藤編，1985：

3) 1950年代は戦後日本の対外直接投資の萌芽期であり，かつ台湾への直接投資額は対アジア諸国投資のなかでも最低位にあったが，93万ドルの投資額は，1951～65年の台湾への直接投資額1千万ドルの1割弱に相当した（金子，2022：165-167）。

4) 日華協力委員会は，1957年に設立された民間組織であり，日台間の経済，文化，政治の交流を担った。同委員会の詳細は，池井（1960）および丹羽（2020）を参照。

171-176)。

しかし、増産は達成できなかった。炭層の石炭賦存状況が予想よりも悪かったこと、当時日本でも普及しつつあったバウム水洗機では微粉炭が多い南莊炭を十分に処理できなかったことなどのためだった。さらに悪いことに、1958年には台風被害に遭ってしまった。それゆえ、南莊炭鉱は、1958年2.7万トン、1959年2.4万トン、1960年1.4万トンと、投資計画を大きく下回る実績しかあげられなかった(斎藤, 1961: 46-47; 鉄鋼新聞社編, 1964: 56)。塊炭生産に強みを持ち炭層条件も恵まれていた羽幌炭鉱と、微粉炭が多く炭層条件の悪い南莊炭鉱との間では技術ギャップが大きかったために、羽幌炭鉱の技術では南莊炭鉱の合理化は実現できなかったのである。羽幌炭鉱の技術者は、1960年に帰国した(近藤編, 1985: 173)。

投資効果が現れなかったため、南莊炭鉱は米星商事と交渉し、日本の選炭技術の権威だった中久木潔を1960年に台湾に招聘した⁵⁾。中久木はバウム水洗機の代わりとしてレオ水洗機、浮選機、およびシクナーを導入するなど、微粉炭処理に適した選炭設備の改良と設備の国産化に取り組んだ。日本からの投資期間終了後も台風被害などにより南莊炭鉱の生産量は増減を繰り返したが、1970年代初頭には増産基調となり、1970年代末には年産9万トン規模の炭鉱となった(臺灣鑛業史編纂委員會編, 1983: 114)。他方、中久木は台湾鉱業研究会顧問に就任し、1962年に離任するまで20以上の炭鉱の選炭機導入を指導した(臺灣鑛業史編纂委員會編, 1966: 632)。

結局、南莊炭鉱は1956~1961年で約10万トンを日本へ輸出するにとどまった(田部, 1983: 171)。直接投資は失敗したのである。しかし、この出来事を契機に、台湾では日本の技術に基づいた選炭設備の近代化と国産化が進展した。南莊炭鉱の事例は、日本からの直接投資としては失敗だったが、技術の学習・移転としてはある程度成功した事例と評価できる。

(2) 海底炭田調査・開発

1960年代に入ると、台湾の工業化や電力開発にともなう石炭需要の増加によって、1966年以降には約60~70万トンの石炭供給能力の不足が見込まれるようになった。それゆえ、現有炭鉱の増産にくわえて、新鉱開発による増産が石炭産業の新たな課題となった(表3)。

台湾經濟部は、未開発炭田の新規開発をもくろみ、1961年にアメリカの支援のもと礦業研究服務組(Mining Research and Service Organization, MRSO)を設立し、1962年から台北盆地、基隆港沖の北部海底炭田、深部の政府保留鉱区の調査を開始した(臺灣鑛業史編纂委員會編, 1983: 91; 中華民國鑛業協進會創會百年慶籌備委員會編, 2011: 501-506)⁶⁾。このうち、海

5) 中久木潔は戦前、北海道炭礦汽船に勤務していた技術者で、退職後に選炭機械の設計を行う企業を経営するかたわら、選炭の技術書を刊行した(中久木, 1943, 1953)。

6) 日本、アメリカ、西ドイツにくわえて、1960年代半ばにMRSOと經濟部は国際連合に対してMRSOによる炭鉱開発計画の評価、および生産合理化のプロジェクトを委託した。同プロジェクト

表 3 1960年代の台湾における石炭需給計画

(単位：千トン)

年	供給能力 (A)	計画 需要量 (B)		需給差 (A - B)
		現有鉱 増産	新鉱開発 生産	
1962	4,430	190		130
1963	4,570	326		70
1964	4,610	373		- 90
1965	4,730	400	100	- 370
1966	4,900	365	300	- 700
1967	5,100	345	500	- 600
1968	5,250	305	700	- 650
1969	5,320	285	800	- 680
1970	5,400	275	900	- 600

(注) 原資料は經濟部工礦計画聯繫組作成資料。現有鉱増産は、増産分から減産分を差し引いた数値。

(出所) 上島(1964: 36)より作成。

表 4 外国による炭鉱技術指導, 1963～1979年

No.	内容	指導国	No.	内容	指導国
1	北部海底炭田調査	日本	10	鉱山保安技術	アメリカ
2	深部炭田開発調査	西ドイツ	11	坑道掘進合理化	日本
3	海底炭田開発計画	日本	12	鉱山保安・発破	日本
4	坑道掘進・機械化採炭	日本	13	防爆機器	日本
5	海底炭田保安問題	日本	14	機電設備	日本
6	炭鉱合理化推進計画	イギリス	15	生産合理化	日本
7	ホーベル採炭計画	日本	16	高温対策	日本
8	通気改善	日本	17	通気改善	日本
9	採炭技術・合理化	日本	18	非粘結炭市場調査	西ドイツ

(注) 台湾政府当局(鉱務局、鉱業研究所など)が関与し、技術者が訪台したものを抽出。

(出所) 臺灣鑛業史編纂委員會編(1983: 90-95)より作成。

底炭田の調査・開発において日本の技術協力が行われた(表4)。日本は、海上の島に立地する炭鉱を経営していた三菱鉱業(高島・端島)、日鉄鉱業(伊王島)、松島炭鉱(大島・池島)にくわえて、太平洋炭鉱(釧路)、宇部興産(宇部)、三井鉱山(三池)などが海底下で採掘を行っていたからである。

は、1960年代終わりには台湾肥料の木南炭鉱の立坑開発プロジェクトに発展した(United Nations Archives, "Coal mining - China Republic CHINA, REP (111-2)," 1965-1968, S-0175-0306-01)。国連によるこれらのプロジェクトの分析については、今後の課題としたい。

1963年、海外技術協力事業団（Overseas Technical Cooperation Agency, OTCA）による専門家派遣事業のひとつとして、日鉄鉱業の技術者2名と工業技術院の技術者1名が渡台し、約半年間にわたって台湾当局による北部海底炭田調査に参加した。本調査は、すでに海底操業中の3炭鉱（瑪鍊、建基、瑞芳）と操業準備中の3炭鉱（本山、民徳、永久）の6炭鉱の坑況調査、海岸地質の精密調査、海底探査方法の検討、開発計画の策定などを実施した（上島、1964：36、43-46）。続いて、1965年から日本の地質専門家による地質調査が行われ、北部海底炭田には0.3～1mの薄層ではあるものの約1億トンの埋蔵量があると推定された。この結果を受けて、1967年から翌年にかけて三井鉱山の技術者ら2名が北部海底炭田の具体的な開発計画を策定した。開発計画は既存の8炭鉱と5ヵ所の区域にわたり、投資総額約3.9億元（探炭5,520万元、新区域1億8,350万元、既存炭鉱1億5千万元）、計画生産量112万トンにもおよぶ大規模なものだった（宮崎・八木、1968ab；臺灣鑛業史續二冊編纂委員會編、2000b：872-884）。開発計画は非常に詳細であり、四脚亭区域を例にあげれば、炭鉱全体の開発計画はもとより、坑道や設備の規格、作業別の費用や作業単価、採炭・運搬・通気・排水等の部門別計画、起業費や生産原価の試算など、多岐にわたっていた（宮崎・八木、1968b）。

台湾の国際経済合作發展委員会は、1967年に制定した「中美経済社会發展基金協助台湾深部煤層探勘計画実施辦法」を1971年に改定し、「中美経済社会發展基金協助台湾深部及海底煤層探勘計画実施辦法」とした。これによって、同年以降は北部海底炭田の調査・開発も基金をとおしてアメリカから借款が受けられることとなった（臺灣鑛業史編纂委員會編、1983：31-33）。時期的な対応関係から見て、日本による北部海底炭田調査は、法律改定の契機のひとつになったと考えられる。

OTCA事業と相前後して、石炭企業による技術導入・学習も行われた。顔家⁷⁾と並ぶ台湾の鉱業家だった李家が経営していた建基炭鉱⁸⁾は、1960年に日本の宇部興産から技術者を招聘し、海底炭鉱開発の生産・保安について調査・指導を受けた。翌年、建基炭鉱から李儒林が渡日し、池島、三池、宇部などの大手炭鉱で海底炭鉱の生産・保安について実地見学を行った。李は見学成果を他企業にも公開する一方、建基炭鉱の坑内水調査・分析等を進めた。こうした知見に基づいて、建基炭鉱は1963年に延長約1kmの海底大斜坑を開坑し、上述したOTCA事業による調査等を経て、1968年に斜坑完成にこぎつけた。建基炭鉱は、1987年に閉山するまで、約354万トンを生産した（臺灣鑛業史續二冊編纂委員會編、2000a：873-928）。

他方、台湾当局は、建基炭鉱などの協力を得ながら1966年から坑内水の調査・研究を開始した。台湾国内に関連文献が少なかったため、調査・研究チームは建基炭鉱が指導を受けた宇部興産の資料や樋口誠一（山口大学）の論文などを参照しながら研究を進め、坑内水分析に基づ

7) 顔家については、陳（1999）が詳しい。

8) 建基炭鉱は、もともと国営炭鉱であったが、1957年に李家が買収し、建基煤礦股份有限公司を設立した（國家文化記憶庫ウェブサイト「建基煤礦」）。

く異常出水予防や出水事故原因の分析手法を確立させた（中華民国鑛業協進會創會百年慶籌備委員會編，2011：453-459）。北部海底炭田の調査・開発は，坑内水への関心を高めるとともに，鉱山保安の改善にも貢献したのである。

海底炭田自体は世界各地に散在しているが，炭田数はイギリスと日本に集中しており，しかも炭層が1 m 未満の薄層を中心に採掘しているのは宇部や北松・佐世保など，日本の炭鉱が中心だった（科学技術庁資源調査会，1966：144-182）。日本と台湾の海底炭田の自然条件の近さと，海底での薄層採掘の経験が長い宇部からの技術移転が，台湾北部海底炭田の調査・開発の成功をもたらした背景のひとつだったといえる。

3. 成熟・衰退期における合理化—1960～1970年代

（1）石炭産業合理化政策の推進

台湾の石炭生産量は，1964年に500万トンを超え，1968年まで500万トン台を維持した（図1）。しかし，それは長くは続かず，1972年には400万トン，1977年には300万トンを割り込んだ。石炭産業は，前掲した表3に示した供給目標をはほぼ達成したが，計画需要量を満たす水準の増産は，やはり達成できなかったのである。それゆえ，石炭の大口需要者は燃料を石炭から石油・天然ガスに転換していった。いわゆるエネルギー革命である。石炭産業は，第1次石油危機後の石炭需要の再拡大にも対応できなかったため，台湾政府は日本とオーストラリアからの石炭輸入を決定した。輸入炭価格は国内炭価格よりも割安であったから，エネルギー革命による石炭需要縮小と相まって，台湾炭市場は急速に縮小していった。市場条件が悪化するなか，零細炭鉱や深部化にともない高コスト化した炭鉱の閉山も相次いだ。台湾の石炭産業は，1960年代末から衰退期に入ったのである（陳，2014）。

台湾政府は，（1）スクラップ・アンド・ビルド（優良鉱の安定生産・合理化と劣位鉱の閉山），（2）散発的な開坑の制限，（3）鉱山保安の強化，（4）長期契約など石炭市場の安定，（5）炭鉱労働者の技能・資質向上，（6）石炭産業合理化基金の設置，を基本方針とし，1970年代から石炭産業合理化政策を開始した。政府は，1973年に石炭産業合理化基金を設置するとともに，産業燃料用天然ガス1 m³当たり価格に1角を上乗せし，4年間で約2億1千万円の資金を確保した。この基金を利用して，鉱務局や鉱業研究所が各種合理化政策を実施した（臺灣鑛業史續二冊編纂委員會編，2000a：59-60，328-329）。

1984年，後述するように重大災害が相次いだため，台湾政府は従来の石炭政策を「台湾地区石炭産業政策」に改定し，合理化基金に3億元を特別基金として組み込み，炭鉱保安状況の改善をはかることにした。同時に，石炭産業の衰退にともなう炭鉱労働者の転退職を金銭面から補助するために，「石炭産業安定基金条例」が制定された。同基金の資金は輸入エネルギー関税に0.5%を上乗せする形で調達され，1985年からの6年間で約60億元が確保された（臺灣鑛

業史續二冊編纂委員會編, 2000a: 59-60, 328-329)。

このように、台湾でも日本と同様に石炭産業合理化政策が展開されることになった。政策は多岐にわたるが、1980年代までは合理化を主眼としたスクラップ・アンド・ビルドが、1984年以降は鉱山保安と炭鉱離職者対策が重視された。以下、本節では、優良鉱の掘進・採炭の合理化を取り上げ、合理化政策の影響や日本との技術的関係を検討しよう。

(2) 採炭方式の転換とその限界

日本と同様に、台湾の石炭産業では衰退過程のなかで生産の合理化が進展した。生産の合理化を推進するに際して、台湾は外国人技術者による技術指導を積極的に受け入れた。前掲した表4に見るように、西ドイツ、アメリカおよびイギリスの技術者も技術指導にあたったものの、日本人技術者が大部分を占めていた。北部海底炭田調査以降も、炭鉱技術をめぐる日台関係は継続したのである。

台湾で行われた生産の合理化のうち、まず注目すべきは、後退式長壁採炭法の採用である。後退式長壁採炭法（以下、後退式）は、先に通気坑道などを掘り進めた後で切羽を造り、採炭しながら戻ってくる採炭法である。前進式長壁採炭法（以下、前進式）は通気坑道などを維持しながら切羽を掘り進めていく採炭法である。前進式はすぐに採炭を開始できるメリットがある一方、採掘跡のガス発生・自然発火のリスクや採掘後の通気坑道の維持の手間などのデメリットがあった。他方、後退式は、掘削する際に炭層状況などを確認できること、通気坑道が維持されるのでガス発生・自然発火のリスクが相対的に低下することなどのメリットがある一方、先に通気坑道を掘削するために採炭開始が遅れること、断層や炭層の条件次第では坑道や切羽設定が困難なことなどのデメリットがあった（市川, 1948: 28-36）。それゆえ、日本でも資本力があり炭層条件の良好な大手炭鉱では後退式の比率が高まっていたが、中小炭鉱では前進式が主流だった（正田, 1987: 138-140）。

台湾は薄層が多く、生産規模も日本より小さかったため、台湾の長壁採炭法は前進式が主流だった。1954年、新竹炭鉱など2炭鉱で、アメリカの支援のもと後退式の導入が試みられたが、炭層の変化が大きかったため、失敗に終わった。1961年には海山炭鉱で後退式が導入され、經濟部専門チームも後退式の導入を提唱したが、設備投資が嵩むことなどの理由で、他炭鉱での導入は進まなかった（臺灣鑛業史編纂委員會編, 1966: 614-615）。

こうした状況が変化する契機となったのが、上述した北部海底炭田開発であった。1970年、OTCAによる海底採掘における災害防止法の指導プロジェクトとして、日本の宇部興産から河口琢逸が派遣された⁹⁾。河口は、当初地質調査や坑内出水対策について指導する計画であったが、現地調査によって、そもそも海底炭鉱での安全な採炭の前提となる後退式が全く導入

9) 以下の技術指導については、河口（1970）による。

されていない、という「私の調査研究と指導範囲以前の問題が残って居ること」を知った。それゆえ、河口は指導方針を変更し、「後退式採炭法に改めれば、海底出水事故に対する不安もその九十%以上が確保できるという見地から、これを重点目標として指導」した（以上の引用は、河口1970：1）。河口の指導は実践的であり、講演会や文献紹介などよりも現地指導に重点を置いた。指導炭鉱は建基炭鉱など7炭鉱であり、排水・通気などの系統図の作成法、宇部興産の図面を用いた後退式長壁採炭法の設計法、中小炭鉱でも利用可能な小型オーガーマーターを利用した簡易先進ボーリングの方法などを指導した。こうした指導の結果、台湾の石炭産業では後退式導入の機運が高まった。

しかし、後退式導入は進まなかった。1970年には河口の指導を受けた建基炭鉱が後退式を導入し、2.1倍もの月産量の増加に成功した。その後、1976年から1979年にかけて、新たに8炭鉱が後退式を導入したが、そのうち6炭鉱が炭層条件の変化や災害により長壁式切羽の生産停止を余儀なくされた。また、1974年には鉱業研究所¹⁰⁾が後退式によって20～25%の能率上昇効果を認める一方、1～2年分の先進掘進コストがかかることを指摘した。河口は炭鉱の現地調査に基づいて後退式導入が技術的に可能と判断したもの¹¹⁾、実際には、炭層条件やコストの面から、台湾では後退式が普及するには至らなかったのである。

（3）採炭・掘進の機械化

①採炭¹²⁾

日本統治期、台湾の炭鉱では生産の機械化がある程度進展したものの、劣悪な炭層条件を反映して、日本よりも人力依存度が高かった（島西、2013）。第2次大戦後も機械化は進捗せず、上述したように1950年代でもツルハシによる採炭を行っている炭鉱もあった。採炭の機械化は1960年代から本格化し、ツルハシから圧縮空気で動くエアープックへの代替が急速に進展した。一般的に台湾の炭鉱は日本の東洋工業製エアープックを使用していたが、エアープックに必要なコンプレッサーは、台湾の復森工業会社が廉価かつ高出力の国産品を供給していた。

しかし、エアープックの導入は、採炭労働者の持つ採炭機器がツルハシからエアープックに変わるだけであり、能率は上昇したものの、省力化には貢献しなかった。省力化には採炭作業自体を人に代わって行う採炭機械が不可欠だったため、台湾と同様の薄層での機械化採炭技術の蓄積がある西ドイツや日本の剥離採炭機の導入が志向されるようになった。まず試みられた

10) 鉱業研究所は、1968年に經濟部鉱業研究グループが改組されて発足し、さらに1973年に工業技術院の組織に再改組された（臺灣鑛業史編纂委員會編、1983：28）。

11) 河口は、1975年にも訪台し、炭鉱の指導や合理化検討会に参加し、前進式では機械化が困難なことなどを訴えた（臺灣鑛業史續二冊編纂委員會編、2000a：850-851）。

12) 以下の事例は、とくに断らない限り、臺灣鑛業史續二冊編纂委員會編（2000a：843-849）、中華民國鑛業協進會創會百年慶籌備委員會編（2011：559-560）による。

のが、西ドイツの薄層採炭用のラムプラウである。これは、急傾斜採炭切羽で切削刃のついたプラウをチェーンで上下に動かすことで炭層剥離を行う機械であった（金山、1962：21）。1963年に菁桐炭鉱の急傾斜炭層で、西ドイツから貸与されたラムプラウによる採炭試験が行われたが、台湾の炭層条件に適合しなかったため、失敗に終わった。

次に試みられたのが、ストリップングスクレーパ（以下、スクレーパ）採炭である。これは、少数の切削刃がついた薄型横長の機器と掻き板をワイヤーロープで左右に動かすことで炭層剥離と切羽運搬を行う機械で（鏡山、1960：216-217）、日本の北松炭田の薄層採炭で使用されていた。1964年に瑞和炭鉱の試験で良好な成績を収めたため、同炭鉱は1967年からスクレーパによる採炭を開始した。機械採炭の導入によって、瑞和炭鉱では能率が5倍に上昇する一方、採炭コストが1/3に低下するなど、合理化効果が顕著に見られた。1968年には三合炭鉱が日本の野口炭業から千代田製作所製のスクレーパ2台を購入するとともに、同社の技術者・経営者である野口堅から技術指導を受けた。採炭切羽の炭層状況は良好だったが、機械管理上の問題や労働者の流動性に起因する習熟の困難などにより、試験は失敗に終わった。しかし、台湾当局による問題点の発見や重点指導などにより能率は向上した。

能率向上が見込める剥離採炭機として鉱務局と合理化基金が注目し、導入支援を行ったのが、ホーベルである。これは、多数の切削刃のついた切削装置（ホーベル）をコンベア上で左右に動かして炭層剥離と切羽運搬を行い、かつ動力で前進が可能な機械であり、日本の多くの炭鉱で導入されていた。1973年、雙溪炭鉱が日本からホーベル2台を輸入し、中興炭業の杉本勝英による指導を受けた¹³⁾。杉本は、新平溪炭鉱、瑞和炭鉱、海山炭鉱などでもホーベル導入の指導を行った。ホーベル導入によって、雙溪炭鉱は42%、新平溪炭鉱は70%の能率上昇を実現したが、瑞和炭鉱や海山炭鉱では盤圧の影響などにより使用を継続できなかった。剥離採炭機は、西ドイツや日本で実績のあった機械化採炭技術だったが、台湾では広く普及するには至らなかったのである。

剥離採炭機の輸入や試験と並行して導入されたのが、切削刃のついたチェーンを回転させることで炭層を切削するコールカッターである。海山炭鉱は、労働力の高齢化や労働者不足などを解決するために採炭機械化を決定し、1967年に職員を日本の三井三池製作所に派遣し、コールカッターの設置・操作・保守などを学ばせた。1968年には、海山炭鉱で三井三池製作所製の薄層用コールカッター2台が導入され、約2倍の能率上昇を実現した。同炭鉱は、1977年までに5台のコールカッターを輸入した。また、建基炭鉱は、1968年に実施されたOTCAの「台湾石炭産業長期増産計画のうち採炭技術向上」プロジェクトの一環としてコールカッター採炭の指導を1968年に加来将広（三井鉱山）から受けた後、導入を決定した。同炭鉱は、1971年に三井三池製作所製のベントジブコールカッターを輸入し、上述した後退式切羽に導入した。こ

13) 中興炭業の福島炭鉱は、台湾と類似した薄層で機械化採炭に成功した中小炭鉱であり、台湾の炭鉱関係者が多数同炭鉱を訪れていた。

れは、切削部分に角度がついたコールカッターであり、カッターを斜めに設置することで切羽面の下部を切削することができた（鈴木編，1961：234）

②掘進¹⁴⁾

採炭において後退式の導入や機械化を行うためには、掘進の高速化によって坑道を速やかに造成し、新たな切羽を準備しておくことが不可欠である。上述した OTCA の「台湾石炭産業長期増産計画のうち採炭技術向上」プロジェクトの一環として掘進の高速化（「快速掘進」）事業が行われ、日本から加藤克一（住友石炭鉱業）が指導にあたった。加藤は、建基、海山、石底など11炭鉱での現地調査の後、うち4炭鉱で現地指導を行った。指導内容は、削孔方法、ミリセコンド電気雷管の使用、タイムスタディによる作業内容合理化など、多岐にわたった。

1974年には、上述した中興鉱業の杉本勝英が、採炭にくわえて掘進の技術指導も行った。杉本は、雙溪炭鉱で3名の日本人熟練労働者にロッカーショベルと湿式削岩機を利用した掘進方法を実演させた。ロッカーショベルはレール上を動く小型のショベルで、前方にある発破後の崩落岩石をすくい上げた後、後方の鉱車に積み込むことができる機械である。杉本は、実演だけでなく、台湾人労働者に実際に作業させ、さらに作業内容を修正することによって、機械化掘進技術を習熟させた。また、安全に発破を行うための通気設備や温度管理についても指導した。1974年以前、崩落岩石積込は人力に依存していたが、雙溪炭鉱において掘進能力の著しい上昇が認められたことから、合理化基金を利用して同年から1981年にかけて120台の水平坑用ロッカーショベルが九州の商社経由で輸入され、各炭鉱に配備された。雙溪炭鉱は太空機械製の斜坑用ロッカーショベル2台も導入し、深部開発の際にロッカーショベルを使用した。

発破作業についても機械化が試みられた。台湾では、掘進機械として古河機械や東洋工業製の削岩機が普及していたが、炭層条件もあり、大型掘削機の導入は進まなかった。こうしたなか、1982年に南莊炭鉱が東洋工業製のクローラジャンボを輸入し、大型坑道掘進に導入した。クローラジャンボは複数の穿孔、装填などを行う伸縮型のアームをオペレーターが操作でき、履帯によって移動可能な掘削機だった。これによって、南莊炭鉱は月間45mの掘進速度を76mまで増加させることに成功したが、複雑な機械のため、故障の発生や部品消耗などの問題もあった。クローラジャンボの導入は合理化効果こそ高かったものの、台湾の炭鉱の規模や経営状況のもとではミスマッチだったのである。

③採掘・掘進関連技術¹⁵⁾

採炭の機械化と並行して、坑道支保の鉄化も行われた。台湾では一般に木柱が使用されてい

14) 以下の事例は、とくに断らない限り、臺灣鑛業史續二冊編纂委員會編（2000a：760-763，841-843，846-847）による。

15) 以下の事例は、とくに断らない限り、臺灣鑛業史編纂委員會編（1983：151-154）、臺灣鑛業史續二

たが、1967年に石底炭鉱で日本鉱機製の水圧鉄柱とカップが導入された。同炭鉱は深部化が進んでおり、盤圧が高まっていたためであった。水圧鉄柱とカップは、海山炭鉱や建基炭鉱など他炭鉱でも導入された。導入に際しては、鉱務局や合理化基金による支援が実施された。摩擦鉄柱については、具体的な時期は不明だが建基炭鉱で西ドイツ製品の使用実績があった。1969年、海山炭鉱が摩擦鉄柱を導入する一方、基隆の福源鉄工所とともに国産化を進め、1976年から国産の摩擦鉄柱の使用を開始した。ただし、鉄柱は完全に輸入代替されるには至らず、1979年には建基炭鉱が合理化基金の支援を受けて水圧鉄柱・摩擦鉄柱を日本から輸入した。また、表5に示されるように、木柱を使用し続ける炭鉱も残存した。

運搬技術については、台湾で戦前から炭鉱を経営していた顔家の一族だった顔甘霖が、1966年に日本の炭鉱へ職員を派遣し、坑外運搬のベルトコンベア導入を進めた。ベルトコンベア運搬は、新平溪炭鉱などの他炭鉱にも普及した。顔は、コンベア製造の隆徳工業股份有限公司（1958年設立）、燃料・機械商社の信宏企業股份有限公司（1960年設立）などにベルトコンベアやチェーンコンベアなどを製造させ、国産化を進めた。なお、隆徳工業公司是コンベアの販路を電力、肥料、セメントなどの主要産業にも拡大した後、1980年代にはパレット輸送機（パレタイザ）や機械式立体駐車場製造にも進出した（唐，1999：258-261，263-264）。

以上見てきたように、台湾では西ドイツからの採炭技術導入が失敗に終わった後、日本から様々な採炭・掘進技術の指導と日本製機械の導入が行われた。そのなかには、導入が失敗に終わったものも少なくないが、表5に見るように、主要炭鉱では採炭機械化が進展した。日本か

表5 台湾の主要炭鉱における長壁採炭の機械化

（単位：表中に記載）

炭鉱・坑名	炭層			採炭法			
	厚さ (m)	面長 (m)	傾斜 (度)	前進・ 後退	採炭機	支柱	切羽運搬
建基第2斜坑	0.90	135	10	後退	人力	木柱	チェーン
建基大斜坑	0.90	60	13	後退	カッター・ピック	摩擦鉄柱・カップ	パンツァー
海山第3斜坑	1.00	65	23	前進	カッター・ピック	摩擦鉄柱・カップ	パンツァー
石底東斜坑	0.55	100	3	前進	ピック	水圧鉄柱・カップ	パンツァー
三合中層斜坑	0.40	100	18	後退	スクレーパ	木柱	スクレーパ
新平溪	0.33	75	35	後退	ホーベル	木柱	ホーベル
盛益	0.26	65	10	前進	ホーベル	木柱	ホーベル

（注）坑名記載のないものは不明。チェーンはシングルチェーン，パンツァーはダブルチェーンのコンベアを指す。

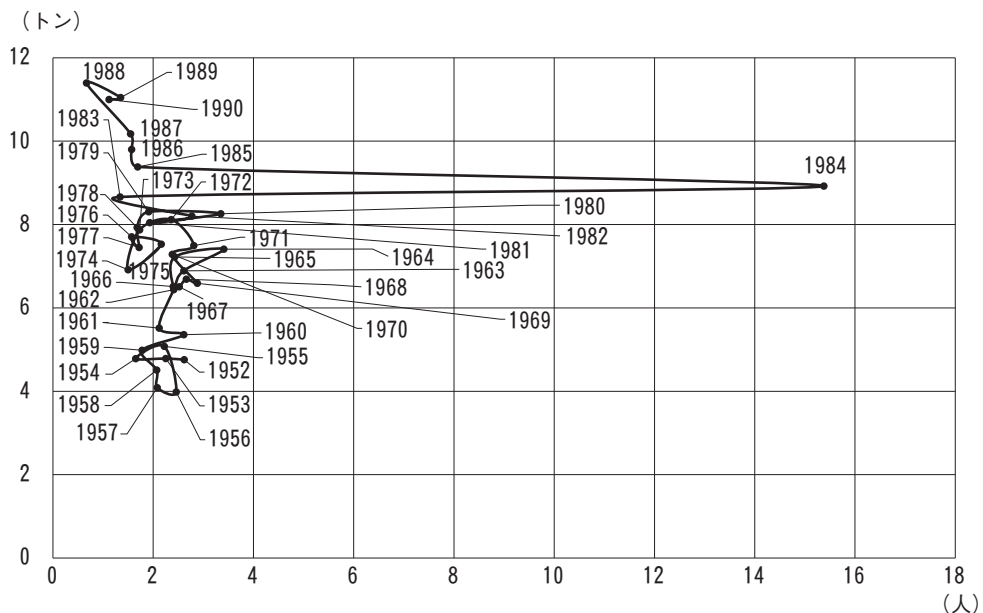
（出所）臺灣鑛業史續二冊編纂委員會編（2000a：779）より作成。

らの技術移転が、台湾における採炭・掘進の機械化と技術の国産化、および炭鉱技術者の育成にある程度貢献したと評価できる。他方、1950年代から1980年代にかけて台湾の炭鉱の能率は約3倍弱上昇するにとどまった。同期間に日本のそれは10倍以上上昇したから（島西，2021）、台湾では機械化による合理化効果はそれほど大きくなかったといえる。

4. 重大災害の発生と鉱山保安技術

（1）鉱山保安対策の強化

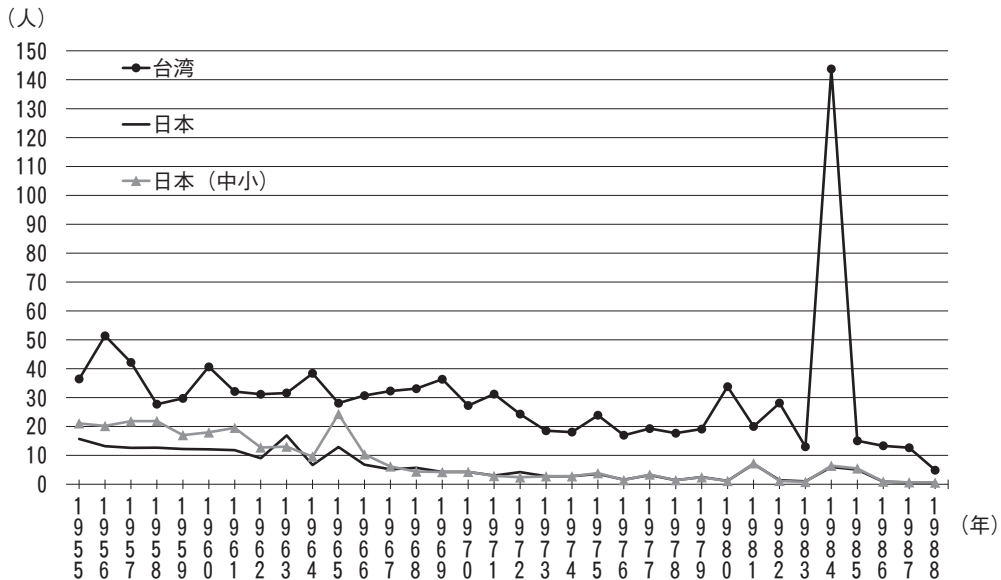
図2は、台湾の石炭産業の生産能率と稼働千人当たり死亡率をプロットしたものである。能率上昇と死亡率との間にはほぼ相関はなく、能率は停滞を繰り返しながら約3倍弱上昇する一方、死亡率は1970年代に漸減するものの、1984年を除いて目立った変化は見られない。1984年を除いて、台湾の石炭産業では鉱山保安状況の著しい悪化も改善も見られなかったのである。ただし、このことは、台湾の石炭産業の鉱山保安が良好だったことを意味しない。図3は、生産100万トン当たり死亡率を日台間で比較したものである。一見して明らかなように、台湾の死亡率は日本のそれよりも著しく高い。日本の中小炭鉱の死亡率と比較しても、やはり台湾のそれのほうが高い。台湾の鉱山保安の状況は日本よりも劣悪であり、死亡災害が多かったことがわかる。また、日本の死亡率は石炭産業の衰退とともに低下傾向であったのに対して、台湾



（注）縦軸の能率は1人当たり月産能率で、年生産量と労働者数をもとに計算。横軸の死亡率は坑内外両方を含む。

（出所）臺灣鑛業史編纂委員會編（1983：1283-1284）；臺灣鑛業史續三冊編纂委員會編（2008：900）より作成。

図2 生産能率と稼働延千人当たり死亡率，1952-1990年



(注) 日台間の長期の推移を比較するために、図2と基準が異なる生産100万トン当たり死亡率を使用した。「中小」は中小炭鉱のみの数値。

(出所) 図2の資料および通商産業省鉱山保安局編 (1963-1968)；通商産業省公害保安局編 (1969-1972)；通商産業省立地公害局編 (1973-1990) より作成。

図3 台湾・日本の炭鉱災害死亡率の推移, 1955-1988年

のそれは1960年代から70年代にかけて漸減した後、1980年代に再び上昇傾向にある。台湾では、石炭産業の終息局面に入った1980年代にもなお、鉱山保安の改善が重要な課題だったことがうかがえる。

こうした保安状況のもと、台湾では1984年を境に鉱山保安政策が強化されることになるが、この点については後述することにして、まず1980年代以前の鉱山保安の動向について確認しておこう（以下は、著者不明、1960：27；臺灣鑛業史編纂委員會編，1966：618-624）。第2次大戦後、台湾の鉱山保安関連法規は1936年に国民党政府が公布した「礦場法」が適用されていたが、保安強化のために1950年に「臺灣省礦場保安管理辦法」などが制定された。1952年からは、日本と同様に安全週間を定め、毎年6月に保安教育・宣伝活動を実施するようになった。

1950年代の台湾で重視された保安関連対策が、通気対策であった。1951年、政府の石炭産業調査団が42炭鉱を調査した結果、坑内の通気不良、およびそれにとまなう温度上昇や新鮮な空気の不足の改善が課題とされた。通気不良は、1953年のアメリカの技術者によるレポートでも指摘された。その後、政府はアメリカの支援を受けた通気斜坑開削借款プロジェクト（1954年～）、保安教育（1958年～）などを実施した。また、アメリカの技術者による指導や、政府の煤業調節委員会が西ドイツから招聘した技術者による指導が行われた。しかし、1959年の政府による調査では、調査炭鉱のうち93%が通気不良と評価された。1961年の大手炭鉱を対象とし

た調査でも、石底炭鉱を除いて通気不良が問題点として指摘された。通気対策については、通気斜坑開削やアメリカ製の主要扇風機の導入など、一定の対策は見られたものの、その改善は漸進的だったのである。

他方、1960年代には日本人技術者・研究者による鉱山保安技術指導が本格化した。1962年と1963年に、台湾政府はガス突出予防対策の技術指導のために日本から黒岩忠春（工業技術院資源技術試験所）を招聘した。黒岩は、ガス突出が増加している複数の炭鉱を視察し、先進削孔の大口径化などを提言した。提言を受けて、台湾では官民共同の研究・試験が開始され、大口径化した削孔規格の提案などが行われた（黒岩、1964：2-8）。前掲した表4に見るように、日本からの訪台をともなう技術指導では、「鉱山保安」を冠した事業はそれほど多くないが、通気、防爆、機電、高温対策は、保安と密接に関わる技術であった。他方、1960年には台湾政府職員として鉱山保安を担当していた曾四安が日本に派遣され、日本の鉱務監督官としての訓練を受けた（中華民国鑛業協進會創會百年慶籌備委員會編、2011：223-224）。

このように日本の鉱山保安技術も導入されるようになったが、1960年代の鉱山災害による死亡率は横ばい～漸増傾向であり（図3）、1964年には成福炭鉱の炭塵爆発で27名、旭坑炭鉱のガス爆発で17名の死者が出るなど、重大災害はなくならなかった（臺灣鑛業史編纂委員會編、1983：100）。さらに、1969年には台湾最大規模の瑞三炭鉱で37名の死者を出す炭塵爆発が起きた。瑞三炭鉱の通気は良好だったが、通気量が多いゆえに炭塵が巻き上げられ、何らかの火源によって爆発に至ったのである（周・李、2021：83-84）。瑞三炭鉱の災害は、鉱山保安状況を改善するためには、通気の改善だけでなく、各種保安機器の整備や保安監督・教育制度の強化も必要なことを示していた。

（2）鉱山保安技術の導入

1970年、政府に鉱務局が設置され、鉱山保安業務を所管した。鉱務局は約10年をかけて日本の水準まで災害率を低下させることを目標とした。そして、1973年に「礦場安全法」が公布され、経済部が鉱山保安を所管することが明確化された。同年からは、合理化基金の補助金による輸入扇風機の設置が、翌年には合理化基金による各炭鉱の通気改善計画実施支援が、それぞれ開始された。こうして、1970年代以降は鉱務局が鉱山保安技術導入の主体となった（臺灣鑛業史編纂委員會編、1983：59, 84-85）。なお、児玉清臣（三井砂川炭鉱）や成瀬一郎（住友赤平炭鉱）などの技術者・研究者が訪台し、ガス突出・爆発予防技術や通気改善について講義等を行うなど、1970年代も日本人技術者を通じた技術導入は継続していた（陳、1983：20-21）。

この時期にとくに積極的に導入されたのが、ヘルメットとキャップランプ型の安全灯（以下、キャップランプ）である。台湾政府は1969年に布製坑内帽からヘルメットへの移行を決定し、1970年4月以降は坑内労働者のヘルメット未着用を保安不良として処分対象とした。続いて、鉱務局は1970年に火源の減少をもたらすキャップランプの使用拡大を決定し、日本の本多電機

の技術者を招聘した。同年、本多電機のアルカリ電極板・電解液原料を輸入し、上述した隆徳工業会社がキャップランプを製造することになった。本多電機の技術者による支援もあり、1971年には出荷が開始された。1971年には吉利電器工場製の酸性電池を使用した立原電機公司製のキャップランプの生産も開始され、台湾の炭鉱の98%にキャップランプが普及していった（臺灣鑛業史編纂委員會編，1983：85-87）¹⁶⁾。

鉱務局と合理化基金は保安機器普及も推進した。1970年には約700台だったガス検定器を1972年には約2倍の1,573台に増加させる一方、自動ガス警報器、自己救命器、および各種防爆機器の導入を支援した。また、鉱務局の検査員や各炭鉱の保安管理員の増加、および各炭鉱の保安管理機構の整備指導なども行った（臺灣鑛業史編纂委員會編，1983：84-85）。こうした保安機器・制度の整備も、日本からの技術導入によって実現した。1971年には鉱務局職員だった呉坤玉が日本に派遣され、日本の鉱山救護資格を取得するとともに、ガス検定器を製造していた北海道東科計器でも研修を行った。帰国後、呉は鉱山保安機器の計測・校正システムの構築に携わった。以後も、東北大学や九州石炭技術研究センターなどで繰り返し研修を受けた（中華民國鑛業協進會創會百年慶籌備委員會編，2011：254, 599）。

ただし、保安機器がすべて日本の技術だったわけではない。救護隊が使用する酸素呼吸器は、1960年代にはアメリカ製と日本製が、1970年代には西ドイツ製と日本製が導入されていた。坑内労働者が携帯するCOマスクも、1975年の携帯義務化時点では西ドイツ製が導入され、その後日本製もくわわった（中華民國鑛業協進會創會百年慶籌備委員會編，2011：607-608）。

これらの鉱山保安対策の定量的な効果は不明だが、台湾の炭鉱での死亡率は1970年代に漸減した（図3）。日本よりも死亡率が高い状況は変化しなかったものの、鉱山保安対策の強化や日本・西ドイツからの技術導入が鉱山保安の改善にある程度貢献したことがうかがえる。

（3）1980年代の重大災害頻発とその対応¹⁷⁾

1980年代に入ると、漸減していた災害率が再び上昇し始めた（図2, 3）。これは、石炭産業全体の保安状況が悪化したというよりも、単一炭鉱で多数の死者を出す災害が頻発したためであった。1980年3月には、永安炭鉱で基隆川の水が旧坑を経て坑内に浸入したため、坑内で洪水が発生し、34名が死亡した。さらに、1984年6月には海山炭鉱で炭塵爆発事故が発生し、74名が死亡、3名が負傷した。台湾石炭産業史上最悪の災害発生を受け、政府は日本から房村信雄（早稲田大学）、岩崎孝（同）を招聘して事故原因調査を開始した¹⁸⁾。ところが、同年7月

16) 日本では、1930年代にはキャップランプの普及によって作業現場の照明が明るくなり、保安状況の改善に貢献していた（菊池，2023）。

17) 以下の事例は、とくに断らない限り、臺灣鑛業史續二冊編纂委員會編（2000a：105-113, 163）；臺灣鑛業史續三冊編纂委員會編（2008：263-265）による。

18) 原因は、1963年に458名もの死者を出した日本の三井三池炭鉱三川坑の炭塵爆発事故と同様、炭車

には煤山炭鉱で坑内火災が発生して、103名が死亡、20人余りが負傷し、わずか1ヶ月で死亡者記録を更新してしまった。

事態を重く見た政府は、8月に「台湾地区煤業政策」を策定し、保安上問題のある炭鉱の閉鎖を行うとともに、南アフリカから専門家を招聘し、保安と経済性の両面から炭鉱を調査した。また、炭鉱閉山および炭鉱離職者への資金支援を行うこととした。さらに、1981年から開始していた鉱山保安強化・改善3ヶ年計画（「加強改進礦場安全三年計畫」）を5ヶ年計画に改訂した。このように、相次ぐ重大災害発生を受けて政府が保安対策の強化や炭鉱のスクラップを進めたにもかかわらず、12月には海山一坑炭鉱で炭塵爆発事故が発生し、94名の坑内労働者のうち92名が死亡し、2名のみが生還した。皮肉なことに、海山一坑は、後退式採炭、主要坑道の鉄化、採炭切羽における油圧鉄柱とカッペの導入などの合理化を進めており、上述した日本人研究者が先進国水準の保安状況にあると評価した炭鉱であった。台湾当局らによる事故原因の調査が行われたが、雷管・脚線などが発見されたものの、火源を特定することはできなかった。以降、1984年末のセメント業などに対する石炭輸入制限の撤廃などもあり（成瀬、1985：13）、石炭産業の衰退は加速し、1985年には年産200万トン、1989年には年産100万トンを割り込んだ（図1）。

重大災害頻発後も、日本人技術者による技術指導は続いた。1985年には成瀬一郎（元住友石炭鉱業、石炭技術研究所）がガス・炭塵爆発対策としての坑内集中監視システムについて助言するために、台湾工業技術研究院の招聘を受けた。成瀬は、モデル・マインとなった瑞三炭鉱の通気状況等の調査を行ったが、瑞三炭鉱はガス突出や自然発火の経験がなかったため、入気坑道や分流排気坑道におけるCO、CH₄の検知システムの導入によるガス・坑内火災対策を提言する一方、炭塵爆発については、日本の基準に基づく岩粉棚や水棚¹⁹⁾の設置などの一般的対策を提言するにとどまった。また、後者の対策は、成瀬自身が「坑道断面の小さい小加脊^{かせ}坑道における岩粉棚の吊り方から検討されねばならないのが実態」と述べているように、薄層採炭で坑道の天井が低い台湾の炭鉱で導入するのは実際には困難であった（成瀬、1985：12-14）²⁰⁾。石炭産業の衰退にともなう炭鉱数の減少によって適切な現地調査が困難になっており、それゆえに技術指導も絵花的なものにならざるを得なかったことがうかがえる。

の逸走により巻き上げられた炭塵が火花により爆発したものと推定された（臺灣鑛業史績三冊編纂委員會編、2008：262-263）。

19) 岩粉棚と水棚は、ともに坑道内に設置され、爆発時に岩粉や水が飛散することで火炎の冷却や爆発の伝播防止の効果がある。水棚は、水を満たした袋が使用されることが多い。

20) 引用は、成瀬（1985：13）。

4. おわりに

本稿で明らかになった点は、以下のとおりである。

第1に、日本から台湾への炭鉱技術移転は1950年代から1980年代にかけて継続的に行われていた。1950年代の海外直接投資による技術移転は失敗したが、1960年代以降は日本人技術者・研究者による技術指導と台湾人技術者の渡日研修をとおして、炭田開発、採炭・掘進などの生産技術、および保安技術が台湾に移転された。その際、炭鉱への機械・製品の単なる導入だけでなく、現地指導も行われていた。1980年代に入ると日台双方の石炭産業の衰退にともない縮小していくものの、1960年代以降の日本から台湾への炭鉱技術移転は、「人づくり」を重視した国際協力のひとつに位置づけられる。

第2に、台湾の石炭産業は日本からの技術導入によって生産の機械化や保安機器・設備の導入に成功したが、技術導入後の能率や災害率の変化はそれほど大きくなかった。また、日本で見られたような採炭の機械化や死亡率の大幅な低下も実現しなかった。台湾の石炭産業の合理化に日本の炭鉱技術が貢献したことは確かだが、その効果は限定的だったのである。

第3に、台湾の石炭産業の技術導入や合理化に際しては、アメリカと日本がともに重要な役割を果たしていた。ただし、アメリカは資金支援や調査が中心であり、技術導入の実務はおおむね日本が担っていた。石炭産業でも、鉄道業や造船業と同様に技術導入をめぐる緊密な日米台間関係が形成されていたといえる。

第4に、採炭・掘進機械は日本からの輸入に依存していたものの、摩擦鉄柱、キャップランプなどでは輸入代替が進み、鉱山機械企業も登場するなど、台湾では炭鉱技術の国産化が一定程度進展した。また、鉱山機械企業のなかには輸送機械企業へと事業を拡大する企業もあった。石炭産業が台湾経済に占める比率は小さかったとはいえ、日本からの炭鉱技術移転は、外貨節約と機械工業の成長に一定程度貢献したのである。

本稿では台湾の事例を検討したが、東アジアには、韓国をはじめとした複数の産炭国がある。とくに、韓国は、日本や台湾と同様に第2次大戦後に石炭産業の復興、成長、衰退の過程を経験しているし、日台両国と同様、坑内掘炭鉱中心で炭層条件も良くない。韓国は無煙炭中心であることや石炭産業の衰退が1980年代以降にずれ込んだことなどに留意する必要があるが、東アジアの石炭産業の合理化において日本が果たした役割を明らかにするには、台湾に引き続いて韓国の事例を検討することが不可欠である。今後の課題としたい。

参考文献

池井優（1960）「日華協力委員会―戦後日台関係の一考察」『法學研究：法律、政治、社会』第53巻第2号。

- 石川孝織（2019）「太平洋炭砒・釧路コールマインの国際技術協力・移転」嶋崎尚子・中澤秀雄・島西智輝・石川孝織編『太平洋炭砒—なぜ日本最後の坑内掘炭鉱になりえたのか（下）』釧路市教育委員会, pp. 175-191。
- 市川信一（1948）『日本の石炭』光燃社。
- 上島宏（1964）「台湾の鉱業と探鉱（2）～石炭～」『地質ニュース』第118号。
- 科学技術庁資源局（1961）『諸外国の炭田事情』科学技術庁資源局。
- 科学技術庁資源調査会（1966）「大陸棚鉱物資源開発の現状に関する報告」『科学技術庁資源調査会報告』第35号, pp. 144-182。
- 鏡山俊夫（1960）『鉱山動力便覧』（第1巻）, オーム社。
- 金山公夫（1962）「最近のホーベル採炭の発達（3）」『炭鉱技術』第17巻第8号。
- 金子文夫（2022）『日本の東アジア投資100年史』春風社。
- 川上桃子（1995）「台湾自動車産業における日本企業からの資本・技術の導入—A・B社の事例」『アジア経済』第36巻第11号。
- 河口琢逸（1970）『海底煤砒開採安全研究指導工作報告』海外技術協力事業団。
- 菊池美幸（2023）「1920年代～30年代の石炭産業における労働安全衛生の進展—坑内照明の改善を通じた業務上負傷と鉱夫眼球震盪症の減少に焦点を当てて」『経営史学』第57巻第4号。
- 黒岩忠春（1964）「台湾におけるガス突出の発生状況と注目すべき二、三の対策試験」『炭鉱技術』第19巻第8号。
- 黒崎卓・大塚啓二郎編著（2015）『これからの日本の国際協力—ビッグ・ドナーからスマート・ドナーへ』日本評論社。
- 洪紹洋（2011）『台湾造船公司の研究—植民地工業化と技術移転』御茶の水書房。
- 古藤利久三編（1964）『中南米におけるわが国企業提携の実態』アジア経済研究所。
- 近藤清徹編（1985）『羽幌炭鉱小史』留萌新聞社。
- 蔡龍保（2022）「高度成長期台湾と鉄道」林采成・武田晴人編『企業類型と産業育成—東アジアの高度成長史』京都大学学術出版会, pp. 317-375。
- 斎藤四郎（1961）「海外原料炭開発の現状」『資源』第102号。
- 資源エネルギー庁石炭部（1982）『コール・ノート 昭和56年度版』資源産業新聞社。
- 島西智輝（2011）『日本石炭産業の戦後史—市場構造変化と企業行動』慶應義塾大学出版会。
- 島西智輝（2013）「石炭産業の発展」須永徳武編著『植民地台湾の経済基盤と産業』日本経済評論社, pp. 293-320。
- 島西智輝・石川孝織（2018）「太平洋炭砒の閉山と釧路コールマインの発足」嶋崎尚子・中澤秀雄・島西智輝・石川孝織編『太平洋炭砒—なぜ日本最後の坑内掘炭鉱になりえたのか（上）』釧路市教育委員会, pp. 135-158。
- 島西智輝編（2019）『日本の石炭生産技術を海外に伝える—ベトナムへの技術移転事業の研究』科研費報告書。
- 島西智輝（2021）「高度成長期日本における産業保安対策と労働災害—古河下山田炭鉱の事例を中心に」『経済論集』第46巻第2号, pp. 23-43。
- 周長南・李依倪（2021）『黒暗の世界—猴硐矿工回憶録』周長南。
- 鈴木俊夫編（1961）『鉱山機械便覧』産業図書。
- 正田誠一（1987）『九州石炭産業史論』九州大学出版会。
- 石炭政策史編纂委員会編（2002）『石炭政策史 資料編』石炭エネルギーセンター。
- 臺灣鑛業史編纂委員会編（1966）『臺灣鑛業史』（上冊）, 臺灣省鑛業研究會・臺灣区煤鑛業同業公會。
- 臺灣鑛業史編纂委員会編（1983）『臺灣鑛業史』（續一）, 中華民國鑛業協進會・臺灣区煤鑛業同業公會。
- 臺灣鑛業史續二冊編纂委員会編（2000a）『臺灣鑛業史』（續二 上）中華民國鑛業協進會。

- 臺灣鑛業史續二冊編纂委員會編（2000b）『臺灣鑛業史』（續二 下）中華民國鑛業協進會。
- 臺灣鑛業史續三冊編纂委員會編（2008）『臺灣鑛業史』（續三）鑛業協進會。
- 田部三郎（1983）『日本鉄鋼原料史—鉄よ永遠に 下巻（原料炭・屑鉄編）』産業新聞社。
- 唐羽（1999）『臺陽公司八十年志』臺陽股份有限公司。
- 陳慈玉（1999）『基隆顏家研究—臺灣鑛業史上的第一家族』基隆市文化中心。
- 陳慈玉（2014）『近代台湾における貿易と産業—連続と断絶』御茶の水書房。
- 陳煌貴（1983）「南からのお便り「保安技術は南下する」」『炭鉱技術』昭和58年3月号。
- 著者不明（1957）「台湾肥料ニュース 台湾各紙より」『硫安協会月報』第76号。
- 著者不明（1958）「資源開発ニュース」『資源』第68号。
- 著者不明（1960）「台湾の炭礦保安運動」『炭鉱技術』第15巻第10号。
- 中華民國鑛業協進會創會百年慶籌備委員會編（2011）『中華民國鑛業協進會創會百年慶紀念特刊』中華民國鑛業協進會。
- 通商産業省大臣官房調査統計部編（1961）『昭和36年 本邦鉱業の趨勢』通商産業調査会。
- 通商産業省鉱山保安局編（1963-1968）『鉱山保安年報』（各年版）北越文化興業。
- 通商産業省公害保安局編（1969-1971）『鉱山保安年報』（各年版）北越文化興業。
- 通商産業省公害保安局編（1972）『鉱山保安年報』（各年版）技術書院。
- 通商産業省立地公害局編（1973-1990）『鉱山保安年報』（各年版）鉱業労働災害防止協会。
- 鉄鋼新聞社編（1964）『鉄鋼年鑑 昭和39年度版』鉄鋼新聞社。
- 徐照彦（1976）「台湾の「外資依存型」工業化方向—とくに対外貿易の展開に関連して」『アジア研究』第22巻第4号。
- 中久木潔（1943）『選炭』修教社書院。
- 中久木潔（1953）『選炭の実際』丸善。
- 長田陽一（1956）「鉄鋼業から見た戦後の輸入炭」『鉄鋼界』第6巻第3号。
- 成瀬一郎「台湾の炭礦事情の近況」『炭鉱技術』1985年6月号。
- 日本輸出入銀行審査部（1958）「台湾の経済事情」『海外調査資料』第17号。
- 丹羽文生（2020）「日華協力委員会の研究」『拓殖大学台湾研究』第4号。
- 湊照宏（2008）「台湾セメント産業における寡占体制の形成」佐藤幸人編『台湾の産業と企業』アジア経済研究所，pp. 281-318。
- 湊照宏（2019）「台湾の高成長と経済政策」武田晴人・林采成編『歴史としての高成長—東アジアの経験』京都大学学術出版会，pp. 63-97。
- 宮崎寛・八木瀧雄（1968a）『台湾北部海底炭田開発報告書』海外技術協力事業団。
- 宮崎寛・八木瀧雄（1968b）『台湾北部海底炭田四脚亭礦域開發計劃』海外技術協力事業団。
- 矢田俊文（2014）『石炭産業論（矢田俊文著作集第1巻）』原書房。
- Shimanishi Tomoki, Shimizu Taku, Shimazaki Naoko, Takahashi Ken, and Nakajima Shigeo (2023), "The Japanese Coal Mining Industry Reconsidered: From Mechanized Longwall Mining to Carbon Dioxide Capture and Storage", in Yongseung Yun (ed.), *Recent Advances for Coal Energy in the 21st Century [Working Title]*, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.111816 (online first).
- United Nations Archives, "Coal mining - China Republic CHINA, REP (111-2), 1965-1968, S-0175-0306-01.
- 國家文化記憶庫ウェブサイト「建基煤硯」, https://memory.culture.tw/Home/Detail?Id=214352&IndexCode=Culture_Place, 2023年8月1日閲覧。