

本 編

1. はじめに

団 長 加 藤 豊
副団長 鈴 木 明 郎

2018 年 5 月 17 日～21 日、衛生工学部会会員 15 名による台湾施設関係研修旅行を行ったのでここに報告を行なう。

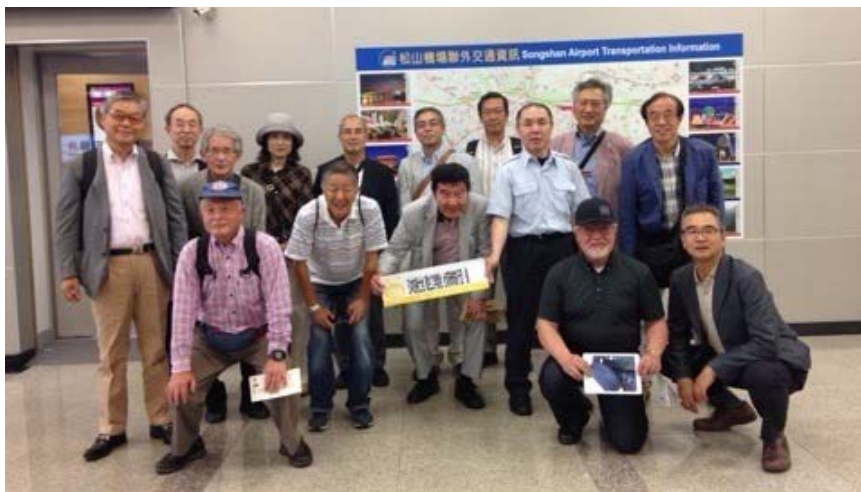
今回は 2016 年 11 月のシンガポール研修視察参加者 15 名に続いての第 2 回目の海外研修旅行である。シンガポール研修視察終了後、第 2 回目の海外視察を行なおうと部会懇親会で話が盛り上がり実現した次第である。今回の計画では、台湾で以前現地建設に携わった菅原秀雄さんが中心となり全体企画を取りまとめていただき、また建築設備関連では、佐々木紀一さんの尽力により、東京大学で博士号を取得後台南市国立成功大学で教鞭をとられている林憲徳教授を訪問、講演後施設（ZEB:エネルギーゼロ建物）見学が実現し夕食を共にして懇談意見交換が行なわれた。

参加者皆様の協力により、素晴らしい企画による研修旅行となった、またシンガポールからは、曾武川淳さんが遠路参加された。

羽田から台湾松山空港に到着後新幹線にてまずは南へ移動、高雄へ向かい台南から北上する形で、蓮池湖、製糖博物館、国立成功大学、烏山頭ダム、早朝阿里山森林鐵路にて阿里山でのご来光、北回歸線記念碑見学、嘉義より再び新幹線で台北に向かい、台北より MRT（地下鉄）にて淡水の紅毛城、夕日を見て台北市内に宿泊、最終日には台北市、内湖清掃工場の見学、意見交換を行い、台湾随一の高さを誇る台北 101 にて昼食を取り総統府を見学等、松山空港より羽田への帰国の途につき無事日程を終えた。

衛生工学部門の専門分野（廃棄物管理・水質管理・大気管理・建築環境・空気調和）のすべての技術を網羅する研修旅行となった。

参加者の日ごろの行いか、すべて晴天に恵まれた研修旅行であった、個々の施設報告に関しては、各参加者の執筆により取りまとめ、報告書とした。以上



初日台湾
松山空港到着
総勢 15 名
20180517

2. 台湾研修旅行の概要

2. 1 台湾研修旅行の狙い

総幹事：菅原 秀雄

(1) 研修旅行の背景

技術士の衛生工学部門は、建築設備、廃棄物施設などを中心として、社会インフラの設計施工、維持管理に関する部分が多い。これらの施設は、現代社会になくてはならないものであり、衛生工学技術者の役割もまた重要である。そのために、技術士の CPD を持出すまでもなく、我々は日々新たな研さんが必要である。ここで、技術士の研さんであるが、単に自己の技術に関することのみでは十分とは言えない。特に衛生工学部門は、前記のように社会施設を扱うことからして、地理歴史、政治経済など社会全般の幅広い視野と深い知識教養が要求される。また近時は、技術士(者)の国際化が叫ばれており、海外での研修も重要であろう(特にその国の歴史や日本との関係)。このような背景の下、一昨年はシンガポールへの研修旅行を行い、社会施設等の調査研修を実施し、有意義な旅を行うことができたと考えている。また、旅行終了後においては、参加者各位により、旅行の報告書を作成することができ、成果を記録として残すことができた。

このようなことから、部会員各位において、引き続いての海外の研修旅行を希望する声が多く出た。研修地域として種々議論の結果、最終的に台湾が対象になった。幹事役を筆者が引き受け、参加者の希望等を参考にして、研修の概要を以下のように定めた。

- ① 戦前の日本統治時代の産業遺産を見学する。
- ② 現代の台湾の衛生工学関連の施設を見学する。
- ③ 併せて交通事情など、現在の台湾の発展の状況を参加者各位が観察を行う。

(2) 台湾の歴史的経過

上記の概要に基づいて研修旅行の具体的な内容を立案したが、その中で日本との関係など台湾の置かれた歴史的な経過が重要なポイントになる。以下はその概要である。

- ① 台湾は九州程度の大きさの島であり、中国本土とは約 200km 幅の台湾海峡を隔てて相対する。中国の歴代王朝では、台湾は「化外の地」とされ王朝の直接支配下になることはなく、ポリネシア系の先住民族や福建省・広東省などからの漢族移住者が居住していた。
- ② 1620 年代になるとオランダ(台南)・スペイン(淡水)の侵出による部分的な統治があったが、1662 年にオランダが明の遺臣の鄭成功(近松門左衛門の国姓爺合戦で有名)に降伏し、鄭氏の台湾統治がなされた。これも長くは続かず、鄭氏は清国に降伏し、清により 1684 年に 1 府 3 県が設けられ、ここに歴史上初めて台湾が中国本土の直接統治下に入った。
- ③ 日清戦争後の下関条約により台湾は 1895(明 28)年に日本の植民地となり、日本の太平洋戦争の敗戦 1945(昭 20)年に至るまで、50 年間にわたる日本の統治下におかれた。清国が日本に台湾を譲渡したのは、「化外の地」台湾を重要視していなかったことが背景にある。
- ④ 日本統治下において、基隆・高雄港の開発、南北の縦貫鉄道、上下水道、電力系統、

製糖産業、阿里山森林鉄道、八田與一の烏山頭ダムなどの社会インフラが建設された。これらの多くは 1898(明 31)年に、児玉源太郎台湾総督の下で民政長官に就任した後藤新平によるところが大きい。これらは台湾経営に大きな成果を上げ、領有 10 年後の 1905 年度には日本政府からの台湾総督府への補助金を辞退し、台湾の財政独立を果たした。

⑤ 戦後は中華民国の統治になったが、混乱期の 1947 年にヤミ煙草販売の取締りに起因する 2・28 事件が起こり全省的騒動になった。その鎮圧過程で台湾省籍の無実の人々が多く殺された。この状況は 1989 年の台湾映画「非情城市」に描かれている。その後、国共内戦に敗れた蒋介石国民党政府は 1949 年 12 月に台湾へ移転し、やや強権的な統治を行った。これらが今に続く本省人(台湾省籍)と外省人(本土からの移住者)の対立につながる。

⑥ 一方、蒋介石国民党による「開発独裁」により、経済的には大きな進歩を遂げた。今や、韓国、台湾、シンガポール、香港のアジア NIES の大きな一画を占める。

⑦ 蒋介石が 75 年に死去し息子の蒋経国が 78 年に総統に就任。経国は 88 年に死去した後継総統には本省人の李登輝が選出され、経国の晩年から始まっていた民主化が大いに進んだ。またこのことは、現在の経済的な発展にも少なからず寄与していると思われる。

(3) 研修旅行の思索のポイント

今回の台湾研修旅行は、旅行中及び旅行後において、下記のような事項について、参加者各位の思索を深めるべく考えた。問題の捉え方は各位により様々であるし、もとより単一の「正解」があるものでもない。しかしこのような思考実験は決して無駄ではなく、特に国際的な業務を実施・指導をする際に重要なヒントになると考える。なお思索のために、台湾と同じく日本の植民地であった韓国・北朝鮮との比較を付表にまとめた。

①戦前同じ日本統治下にあった韓国・朝鮮と比べて、台湾は親日的であるといわれるが、これはなぜだろうか。これには、第 2 項の歴史的経過が大きく影響していると思われる。

②戦前の日本が建設した社会施設は（多くは遺産として残っている）、これをどう評価すべきであろうか。これらの社会インフラは、出発点は日本のためであろうが、台湾(人)の利益になったのも事実である。社会施設あるいは技術には永続性があり、本来の出発点から展開して、正にも負にもなり得る側面があるのではないか。

③前項に関連して、日本人の技術者として、海外の社会施設の設計や建設を担当した際に、どのような行動をとるべきであろうか。与えられた使命を全うすることは勿論であるが、当該施設が現地(人)のためになるのかという視点も必要である。

④台湾は、戦後めざましい経済発展を遂げたが、その原因は何であったのか。この中には、日本統治下の一定の教育水準など、戦前の蓄積が反映しているのではないだろうか。

⑤台湾は、日本を始めとして世界中の多くの国々と正式の国交がない状態である。にもかかわらず、世界に伍して小さいながらも立派な成果を上げている。社会インフラも日本以上のものも散見される。一方、日本は人口減少が現実のものとなっているが、これらのことは日本が「豊かな小国」として今後生きる場合のヒントになるのではないだろうか。

(4) 研修先の概要

今回の研修旅行で研修・見学した主な施設の概要は以下の通りである。

①**台湾糖業博物館(高雄市、産業遺産)** 台湾の製糖業は戦前から戦後にかけて、外貨を稼ぎ裾野の広い有数の産業であった。その発展は新渡戸稲造の尽力による。彼は後藤新平の招きにより 1901(明 34)年に着任し総督府で指導に当たった。博物館は旧台湾製糖の工場であり 1999 年 2 月に操業を終了した。機械設備等を保存して博物館としている。

②**赤嵌楼(台南市、古跡)** 1653 年に台湾南部を占領したオランダ人により建てられた。当時はプロビンディア城と呼ばれ、安平のゼーランディア城と相対していた。オランダ撤退後の 1862 年の地震により倒壊したものを、1886 年に現在の形に再建した。

③**成功大学(台南市、建築設備)** 佐々木氏の尽力により実現。成功大学建築学科の林憲徳教授(東大博士号)を訪ね、彼が設計・監理した大学内の ZEB 建築物の講義を受け見学を行った。参考文献：林憲徳著「緑の魔法学校―台湾で初めての ZEB 建設の物語」

④**烏山頭ダム(台南市、産業遺産)** 台湾総督府技師の八田與一の設計・監理により建設された世界有数のハイドロリックフィルタイプダムである。1930 年に 10 年の工期を経て完成し不毛の嘉南平野を台湾一の穀倉地帯とした。ダム頂部は高さ 56m、長さ 1273m である。彼の功績を顕彰してダムサイトには記念像がある。入口付近の道路は「八田路」と命名。

⑤**阿里山(嘉義県、森林開発)** 阿里山は台湾の最高峰である玉山(旧新高山)西峰から延びた支脈の総称。かつては台湾三大林場の一つであったが、今は伐採が禁じられ国家森林遊楽区である。戦前台湾ヒノキの集材のために阿里山鉄道が嘉義から敷設された。熱帯から冷温帯に至る植生の垂直分布を確認できる。数年前の台風のため、鉄道は全通していないのでバスでの移動になったが、阿里山～祝山間のご来光列車に乗車できた。

⑥**紅毛城(新北市淡水、古跡)** 古くはセント・ドミニカ城と称され 1628 年に台湾北部を拠点としたスペインにより建設される。スペイン撤退後は 1644 年にオランダにより再建された。その後清国により修復されたが、淡水の開港に伴い 1867 年以降は英国が永久租借し領事館とする。その後 1980 年に中華民国に返還された。見学後淡水の夕日を鑑賞した。

⑦**内湖清掃工場(台北市、廃棄物施設)** 台湾最初の発電付きの清掃工場(300t/d×3=900t/d、現在は発熱量上昇のため 600t/d の能力)として 1992 年に引き渡し現在も運転中。定格発電出力は背圧タービンで 6000kW である。EPC 一括契約でタクマが受注した。2001 年にはダイオキシン対策などの基幹改造工事を行っている

⑧その他の見学先

- ・交通機関：台北～左営間及び嘉義～台北間の新幹線乗車、台北～淡水間の MRT 乗車。
- ・高雄市：六合夜市散策、愛河遊覧船(希望者参加)、蓮池湖(潭)(龍虎塔が有名)
- ・嘉義市：北回歸線標塔(1908 年に初代建立、赤道傾斜角の変更により現在は 6 代目)
- ・台北市：台北 101 ビル(高さ 508m、地上 101 階の台北のランドマークタワー、地下の鼎泰豊で小籠包の昼食)、総統府(外観見学、1919 年に旧台湾総督府として建立)

(付表) 台湾と韓国・北朝鮮との比較 (数値は概数、GDP は購買力平価)

項 目	台 湾	韓国・北朝鮮
人 口[百万人]	23.53 (日本 127.00)	韓国 51.07、北朝鮮 25.16
面 積[km ²]	36,193 (九州 39,900、日本 377,970)	韓国 100,300、北朝鮮 120,500
民 族	漢族(福建系、客家系)96.7%、マレー・ポリネシア系先住民族 2.3%	殆ど朝鮮族(日本以上に単一民族を自認)
GDP[億ドル]	5,793 (17 年) (日本 54,200、18 年)	韓 16,220 (14 年)、北 400 (08 年) ^[注]
コンテナ取扱高	高雄 13 位(東京 29 位、横浜 54 位)	釜山 5 位(上海 1 位、シンガ 2 位)
中国との関係 (歴史的観点)	長らく化外の地で統一的支配者なし。 1684 年に清国の版図に。1885 年に福建省から独立し台湾省に。	多くの王朝は中国と冊封関係結ぶ。秀吉の朝鮮侵略時は明軍が支援。清は満州族で関係は微妙、自らを小中華と自認。
日本との関係 (江戸以前)	倭寇以外なし。鄭成功は鄭芝龍を父に、田川マツを母に 1624 年平戸で出生。近松門左衛門が浄瑠璃の国姓爺合戦に。	古代から連綿と関係有。白村江の戦いでは集团的自衛権発動も大敗。江戸期には朝鮮通信使で友好関係樹立。
日本との関係 (明治～領有)	1871 年牡丹社事件(琉球宮古島の住民 54 名殺害)。74 年台湾出兵(初の海外出兵)。	1875 年江華島事件。76 年日朝修好条規。1904 年日韓議定書。05 年統監府設置。
日本領有時の状態	1895 年領有開始時は清国台湾省。台湾民主国独立宣言するも程なくして消滅。	1910 年韓国併合時は大韓帝国で独立国。
日本統治時の主な騒乱事件	1895～98 年抗日ゲリラ。1913 年羅福星事件。15 年西来庵事件。30 年霧社事件。	1919 年 3・1 独立運動(「文化政治」への転換の契機)。
日本敗戦時の状態	国民政府軍に日本が降伏。日本人の引揚げは円滑。	北はソ連軍、南は米軍に日本が降伏、以後分断状態に。北部の引揚げは困難。
日本の産業遺産	本文で述べた通り多数ある。国民党政府の台湾移転を可能にした大きな要因。	主に朝鮮北部。日本窒素が興南に化学プラント、新義州に水豊ダムなど ^[注] 。
戦後の主な事件等	47 年 2・28 事件。49 年戒厳令施行。71 年国連脱退。72 年対日断交。77 年中歴事件。79 年美麗島事件。87 年戒厳令解除、中国旅行解禁。88 年高所得国家に。93 年中台シンガポール会談。	48 年済州島 4・3 事件。50 年朝鮮戦争(53 年休戦)。61 年朴正熙クーデタ。65 年日韓条約。73 年金大中拉致、79 年朴正熙暗殺。80 年光州事件。83 年大韓機撃墜。87 年民主化宣言。94 年金日成死去。
民主化の状況	東アジアでは民主化の程度高い(日本以上の面も多い)。政権交代もある。	韓国：台湾とほぼ同様の民主化。 北朝鮮：朝鮮労働党 1 党独裁。
統一の見通し	台湾海峡波高し、当分望みがない。6～7 割が中国人ではなく台湾人と認識。	2018 年南北会談、米朝会談実施で光が指すか。朝鮮戦争の終結が大前提。

[注] 北の GDP は現在南より非常に低い(日本が重化学工業施設を北に配置したこともあり、1960 年代までは韓国より上であった(ソウルの戦争博物館の掲示にあり))。

2.2 研修旅程【台湾の産業遺産と現状の社会施設に関する研修】

No.	月／日	場所	時刻	内容	旅 程
1	5/17 木曜日	羽田空港	8:00	集合	
		東京(羽田)	10:05	発	NH851(全日空)
		機内		昼食	
		台北(松山)	12:30	着	
		台北(台北駅)	14:11	発	新幹線833号
		高雄(左營駅)	16:25	着	
		高雄	18:00	夕食	紅毛港海鮮餐廳(The Queen of seafood)
		↓	20:00	散策	六合夜市、愛之舟クルーズ
		高雄	21:00	宿泊	高雄 国賓大飯店(Ambassador Hotel Kaohsiung)
2	5/18 金曜日	高雄	7:00	朝食	高雄 国賓大飯店(Ambassador Hotel Kaohsiung)
		↓	8:40	発	バス、蓮池潭経由
		↓	10:30	着	橋頭糖廠
		↓		見学	台湾糖業博物館(Taiwan Sugar Museum) 製糖工場遺址
		高雄	11:30	発	バス、台南へ
		台南	12:30	昼食	度小月(Tu Hsiao Yueh)
		↓	13:30	発	バス、赤嵌楼経由
		↓	15:00	着	台南市
		↓		見学	國立成功大學(National Cheng Kung University) 建築学科、林憲徳教授、緑の魔法学校(ZEB建築)
		↓	18:00	夕食	台南大飯店(Hotel Tainan)
		台南	20:30	宿泊	台糖長榮酒店(Evergreen Plaza Hotel)
3	5/19 土曜日	台南	7:00	朝食	台糖長榮酒店(Evergreen Plaza Hotel)
		↓	8:40	発	バス
		↓	9:30	着	八田與一記念園區
		↓		見学	八田與一記念園區、烏山頭水庫(ダム)、 昼食を挟んで、八田技士記念室、水庫周囲散策
		↓	11:10	昼食	烏山頭湖境渡假會館(～12:00)
		台南	13:00	発	バス、高山茶店経由
		阿里山	15:30	着	阿里山入口ゲート
		↓	17:00	散策	徒歩、阿里山受鎮宮(Alishan Shouzheng Gong)
		↓	18:00	夕食	阿里山高山清大飯店(Gau Shan Chin Hotel)
		阿里山	19:30	宿泊	阿里山高峰大飯店(Alishan Peak Hotel)

No.	月／日	場所	時刻	内容	旅 程
4	5/20 日曜日	阿里山	3:00	起床	阿里山高峰大飯店(Alishan Peak Hotel)
		↓	3:45	発	徒歩、阿里山駅へ
		↓	4:20	発	阿里山駅、森林鐵路による
		↓	4:45	着	祝山駅
		↓		見学	阿里山森林鐵路(Alishan Forest Railway) 御来光(日の出 5:21)
		↓	5:40	発	祝山駅、森林鐵路による
		↓	6:10	着	阿里山駅、徒歩にて宿泊先へ
		↓	6:50	帰着	宿泊先
		↓	7:00	朝食	阿里山高峰大飯店(Alishan Peak Hotel)
		阿里山	8:30	発	バス、龍隱寺経由
		嘉義	11:00	昼食	噴水雞肉飯小雅店
		嘉義	11:40	発	バス、北回帰線標識経由
		高鐵嘉義駅	13:32	発	新幹線642号
		台北(台北駅)	15:25	着	MRT、淡水へ
		台北	16:00	着	徒歩、紅毛城へ、商店街散策、夕日見物
		↓	18:00	発	バス、淡水駅前より
		↓	18:30	夕食	聚馥園餐廳(Sunny Garden Restaurant)
		台北	20:30	宿泊	台北華國大飯店(Imperial Hotel Taipei)
5	5/21 月曜日	台北	8:00	朝食	台北華國大飯店(Imperial Hotel Taipei)
		↓	9:30	発	バス
		↓	10:00	着	見学先
		↓		見学	臺北市内湖垃圾焚化廠(清掃工場) (Neihu Incinerator Plant/Taipei City Government)
		↓	11:30	発	バス、台北101へ
		↓	12:00	昼食	鼎泰豊(101店)
		↓	13:00	発	バス、台湾総督府・昇恒昌免税店経由
		↓	14:30	着	松山空港
		台北(松山)	16:45	発	NH854(全日空)
		機内		夕食	
		東京(羽田)	20:50	着	
		東京	21:30	解散	羽田空港国際線到着ロビー

2.3 参加者名簿

No.	氏 名	技術士資格	専門科目	備考
1	加 藤 豊	衛生工学 総合技術監理	空気調和施設 衛生工学	団長
2	鈴 木 明 郎	衛生工学	廃棄物処理	副団長
3	永 野 澄	衛生工学	空気調和施設	副団長
4	永 野 知 子	—	—	
5	小 出 巧	衛生工学	建築環境施設	
6	山 本 陽 一	衛生工学 化学 総合技術監理	廃棄物処理 化学装置及び設備 化学	
7	星 野 茂 雄	衛生工学	空気調和	
8	榎 本 博 康	衛生工学 情報工学 総合技術監理	廃棄物処理 数学応用 情報工学	
9	田 中 正 夫	衛生工学	空気調和施設	
10	黒 澤 之	衛生工学 建設 応用理学 総合技術監理	廃棄物管理 都市及び地方計画 地球物理及び地球科学 建設	
11	亀 尾 徹	衛生工学	廃棄物管理	
12	佐々木 紀 一	衛生工学	空気調和施設	報告書編集幹事
13	斉 藤 賢 二	機械	動力エネルギー	幹事
14	曾武川 淳	衛生工学	空気調和	幹事
15	菅 原 秀 雄	衛生工学 電気電子 総合技術監理	廃棄物処理 電気設備 衛生工学	総幹事
—	林 慶 宗			現地旅行ガイド

3. 台灣技術研修報告

3. 1 台湾糖業博物館 見学記

齊 藤 賢 二
鈴 木 明 郎

(1) はじめに

2018 年 5 月 18 日、台湾研修旅行団は高雄市郊外にある台湾糖業博物館を見学した。これは今から百年以上も前の 1901 年、台湾総督府第 4 代総督児玉源太郎と民生長官後藤新平が台湾の産業振興ならびに資本主義発展の為の中心として製糖業を奨励した後、この橋仔頭という地に台湾製糖株式会社を設立し、新式機械製糖工場として操業を開始した。その後、工業化を推進して砂糖生産量を増大させ、以後の台湾経済発展の原動力となった。1946 年には国民政府の手によって新たな展開を切り開き、1999 年迄操業を続けた歴史的価値のある工場である。操業停止後はほとんど手を入れず、見学コースとして開放されている。



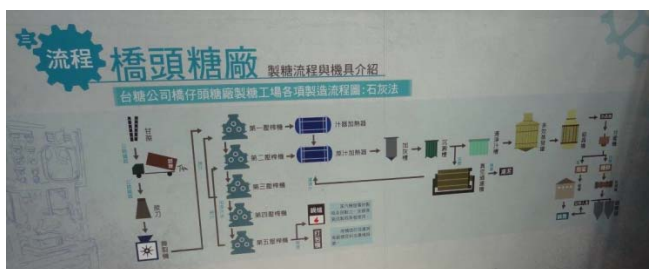
左：入口景色。糖の赤い字が鮮やかで人目を引く。

中：旧工場入口部の景観。中は廃墟とは思えない装飾で見学者を歓迎している。

右：場内地図 旧工場以外にもサトウキビ運搬に活躍したトロッコ車なども見学できて
広い行楽施設となっている。当日は時間の関係で主に旧工場を中心に見学した。

(2) 工場内見学

2-1) 製糖工程説明パネル



左：製糖工程図。ひと目でわかる砂糖ができる迄の図。右は石灰法の説明。

砂糖の原料は寒冷地では甜菜であるが、ここ南国ではやはりサトウキビである。因みにサトウキビは中国語でも日本語でも「甘蔗」である。1999 年、操業停止時の工程で、石灰法という現在の日本でも標準的な製糖工法である。説明パネルに依ると砂糖の製造工程とは、まずはサトウキビを圧搾して

搾り汁の生成→ 搾り汁の清浄（清浄材として消石灰注入）→ 上澄み汁の濃縮→
砂糖を結晶→ 原料糖と糖蜜に分離する、とある。

この他各工程の詳細説明も別途に有って、製糖工程の概要を理解することができた。また製糖技術を調べていくと砂糖ができる迄には、先ず原料糖（粗糖）を製造する「製糖」と、原料糖から白糖ほかに精製していく「精糖」があることがわかった。現在、日本の精糖会社の2/3程は海外から原料糖を輸入し、更に複雑な精製工程を経て上白糖、グラニュー糖など上質なものに変えて販売している。この工場も全盛期以後には既に海外輸出、または国内の精糖会社へ販売する体制になっていたと思われる。各機械の詳細については省略するが、次に製糖には欠かせない要の熱源として蒸気を供給する鍋炉について記述する。

2-2) 鍋炉（蒸気ボイラ）ほか生産設備見学



上左：ボイラ正面 サトウキビ搾りかす（バガス）焚き特有の燃焼機器構成。

上中：要目銘板 MHI-C.E 製。水管式 VU 型。使用圧力と蒸発量の数字が確認できないが、
蒸気温度は 345℃。ASME 規格。1988.8 製造、1989.10 完成。

上右：燃焼時状態再現（紅電灯 on） 下右：工場内を横走る蒸気配管

下左 3 パネルの説明文の要約。「3 基のボイラのうち、2,3 号は煤や焼却灰がついて性能がダウンした為 1978 年に撤去し、蒸発量 30t/h で効率 80%以上の最新型に更新した。バガスを火格子に敷き詰め上部に少々薪を置いて油を垂らして点火すると、燃焼が始まって徐々に蒸気が発生していく。バガスは炉内で積み重なってしまい完全燃焼ができない場合もよくあって、その場合には燃焼が拡散するようにボイラ員が焚口から鉄レーキを用いて燃料を押し広げ、同時に燃え殻の排出も行っていた。従ってボイラ員は工場内で最も暑い場所で常に燃焼の安定継続に注意を払い、背に大汗を流しながら大変な作業に従事していた。昇圧した蒸気はサトウキビ圧搾機の動力や、搾り汁の加熱に使用されており、また蒸気タービンにも送気されて発電を行い、発生電力を工場内に供給していた。」

パネルの記述が 1980 年代から最終操業時迄の全体の様子かどうかは疑問は残るが、ボイラ以外の生産用機械も含めて見学した結果、下記のようなことがわかった。

- ・ 1980 年代終わりには過熱蒸気によるバイオマス発電は完成されていた。
- ・ 制御室と計装機器を見ると生産技術は自動化されていたが一部手動操作も併用していた。
- ・ ボイラおよび蒸気を要する熱交換機、蒸発タンク等の圧力容器も台湾国内の所定の検査を受け、それ相当のメンテナンスも実施していた。
- ・ 日本の製品と技術も多く導入されており、現在の日本のシステムと大きな差は無い。

工場を一巡すると、製糖工程では原料の圧搾から糖分の結晶・分蜜に至る迄に無駄なく適切な機械処理を完結させて、その熱供給には原料の廃材を有効利用し、副産物の再利用と排煙処理設備等も併設させて環境にも配慮した合理的なシステムが見て取れる。

（３） 台湾製糖の今日的意味について

終戦後、台湾製糖を含む製糖会社数社が統合されて台湾糖業公司として再出発し、台湾での砂糖輸出 No.1 の大企業に発展していった。その後、製糖事業は縮小したものの現在は、小売業、バイオテクノロジー、レジャー産業等、多角経営の優良大企業として活躍している。依って台湾製糖は、正に今日における台湾の繁栄の礎を築いてきたと言える。また旧工場内には設立初期に製糖業育成に尽力した新渡戸稲造の功績を称えた胸像もあり、変わらぬ親日姿勢が窺える。日本統治時代の労使関係に暗い跡が皆無であったかどうかは定かではないが、台湾では某近隣国において時折見聞する戦前の日本企業への否定的な言説に出くわすことが全くない。これは八田與一のダム建設の功績と同じように台湾の学校教育の中で、また大衆の語らいの中で長く次世代に伝えられてきたことや、台日が程よい調和を保って歴史を歩んできたことによるものと思われる。そして今回この旧工場を見学させていただいた私達日本人は、この台湾製糖史（多くの資料有り）を深く辿っていくことによって台日共存共栄の歴史の源流を明らかにできるのではないか、と思うところである。

（４） 終わりに

今回の見学前、製糖技術関連は農業部門の専門領域かと思われたが、栽培、収穫以降の製造工程は、化学や生物、機械から建設、電気計装等、様々な分野の技術の集合体で成り立っていることが理解できた。現在台湾では製糖は斜陽産業とのことだが、過去に栄華を極めたこの産業も日本と同様、人口減や食事嗜好の変化や低糖指向など文化の変容と共に衰退していくことは避けられないところがあると思われる。しかしながら日本が二十世紀初頭に台湾南部に根付けた製糖技術は、長い時間の技術革新を通じて日本と台湾以外にも人々の生活を支えてきたことには相違ない。今回、台湾製糖とそれに関連する技術と歴史について少しばかりであるが知見を得ることができたので、今後は台日技術協力の発展と人的交流の活性化に向けて、より広く見聞を深めていきたいと考える。

3. 2 成功大学 省エネルギー建物の現状

星野 茂雄

(1) はじめに

2018年5月18日午後、台南にある国立成功大学林憲徳教授の講演「環境工学者から見た緑建築 台湾初めてのZEB建築」を拝聴し、広大な大学敷地に隣接する実践建築物「緑の魔法学校」を林教授の案内で見学した。また、夕食に林教授に出席いただき懇談会が開催され意見交換が行われた。

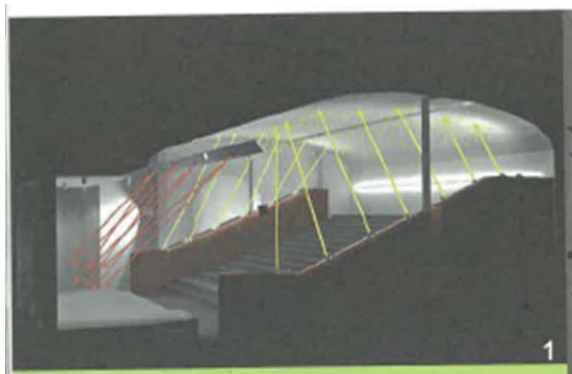
(2) 国立成功大学及び林教授について

国立成功大学名は、中国明代の軍人、政治家で1662年台湾を統治していたオランダ東インド会社のオランダ人を一掃し、鄭氏政権を樹立した鄭成功に由来する。また鄭成功は台湾で孫文、蒋介石とならぶ「三人の国神」の一人として尊敬されている。国立成功大学は1931年「台南高等工業学校」として台湾総督府により開校し、1956年「台湾省立成功大学」と改変し、1971年「国立台湾成功大学」と改称された総合大学である。日本でいうと京都大学に該当するとも言われている。

次に林憲徳教授履歴を簡潔に記す。1954年4月5日生まれ。1977年台湾成功大学建築学科学部卒。1978年日本文部省交流協会奨学金、渡日。1981年日本東京大学大学院建築修士修了。1984年日本東京大学建築博士号。1984年台湾成功大学建築学科助教授。1989年台湾成功大学建築学科教授で現在に至る。

(3) 講演について

講演会場は、前述の台湾で初めてのZEB建築「緑の魔法学校」内メインの大ホール（崇華庁と呼ばれている）で行われた。この大ホールの環境計画的特徴は、空調換気システムで林先生流の表現で、最高の通風魔法「窯式通風」設計を採用している。照明計画では、セラミックメタルハライドランプの2次反射を利用した、省エネと同時に良好な光環境品質を確保している。（写真—1）



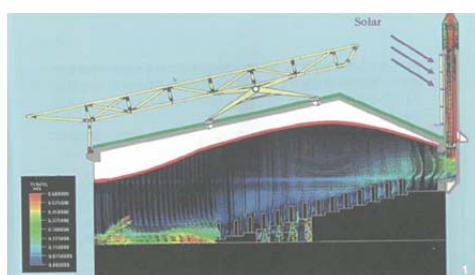
（写真—1）

次に、林先生の教授らしからぬ一面？として、講演の最初に「グリーンビルディング」研究に、台湾グローバル企業の代表より1億元の寄付、成功大学研究発展基金から6千萬元、33社企業から2千萬元の支援を受けたとのこと。林先生の地球環境に配慮した設計思想が台湾の方々に共感されたこと。林先生の環境とコストを常に考慮している結果と考える。

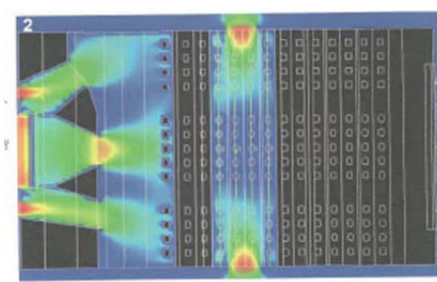
空調設備計画については、「省エネルギー」がグリーンビルディングを実現するのに重要なポイントであり、そのなかで空調省エネルギーが一番難しいとのことであった。林先生曰く、台湾では設計段階からオーバーデザインとのこと。具体的には空調設備設計で常習的に40%以上オーバーデザインしていることがある。成功大学の建築学部ホールエリアでは、20USRTの冷凍機1台を使っていたが、林先生が諸条件を鑑み5USRTの空冷ヒートポンプに変えたが、まだ余裕があるとのことであった。

また、事務室空間の空調省エネでは、自然通風と安価な「天井ファン」の併設で計画し、省エネ70%を想定していたが結果は16%にとどまり、計画とはかけ離れた結果となった。この要因は、台湾の国民性によるところが大きい。つまり省エネ運転に現段階では、あまり気を払わないとのことであった。

ここで、講演会場の「崇華庁」の「窯式通風」システムについて簡単にふれておく。これは、「窯」の「煙突効果利用」である。演壇が室前方の低レベル位置にあり客席が階段状に高レベルへ上がっている。その室後部の高レベルの壁面の排気ガラリーを経由して、屋上にある通風塔に接続されている。このシステムによって冬季でも冷房が必要な亜熱帯地方の台南の成功大学でも、この自然換気気流により冷房を使用しなくて済んだとのことである。(写真－2、3)



(写真－2)



(写真－3)

最後に、窓ガラスのデザインは省エネの敵との話があった。台湾では1%窓面積が増えると1%空調電力が増加するとのこと。事務所部分における外壁の窓面積率を一般的な50%から25%に下げ、これにより15%の空調電力削減効果がえられた。これにより、コスト低減を図り室内採光も十分であったとのこと。この採光の結論の根拠を次に示す。英国人Keighleyの心理的実験結果より、大多数の人は20%の窓面積率があれば満足感を得られ、30%の窓面積率で心理的に十分な満足感を得られるため、30%

以上の窓面積率は視覚的な満足感に全く役立たないと言われている。ただ豪華さを誇示するための虚栄心を満足させるだけで、空調エネルギーの浪費を増加させる。このことは、日本の建築意匠への一考になるのではないか。

以上充実した講演内容であった。最後の質疑応答の時間も衛生工学部会の研修参加者から時間が足りないくらいの質疑がでて、林先生には丁寧にご回答ご対応をいただいた。(写真—4)



(写真—4)

(4) 見学について

講演終了後、さっそく林先生のご案内で「緑の魔法学校」3階建て建築物の屋上→3F→2F→1F→外部と順に説明を受け最後には林先生を囲んで記念撮影を行った。

次に、建物見学の主な所を説明する。屋上では、「崇華庁」の通風塔、小型風力発電塔、ソーラーパネル、てんとう虫の彫像、野生ガーデン（屋上庭園）、雨水タンク等であり、盛りだくさんにいろいろな仕組みが取り込んであった。その中で、てんとう虫のオブジェは赤色で、遊び心があり、ワンポイントになっていた。

外部外構では、浄化槽の排水を利用した人工湿地があった。この見学で成功大学林先生の講演が終了となり、衛生工学部会参加者と林先生を交えて記念撮影を行った。

(写真—5)



(写真—5)

3. 懇談会について

講演、見学会終了後、林先生を囲んで台南大飯店にて懇親会を行った。林先生と衛生工学会参加者で楽しく有意義な一時が過ごせた。(写真—6)



(写真—6)

＊ 参考文献 「緑の魔法学校」 林憲徳著
—以上—

3. 3 烏山頭ダムと八田與一 ～水資源・水利開発史～

曾武川 淳

榎 本 博 康

5/19(土)晴、今日も暑さが予想される中、ホテル出発、一路八田與一記念館に向かった。

(1) 八田與一記念館訪問

まず初めに、八田與一(以下、與一という)の略歴に触れたい。

與一は、金沢出身で、東京帝大を卒業した後、広く海外へ目を向け、1910 年台湾総督府の技師に任用された。高雄港付近の地形改善、高雄嘉義付近の上水道等大規模工事の計画を任された頃、その才能は早々上級部署から認められ、1916 年桃園ダムの設計施工の責任者を任された。その後、官田溪水利事業計画の責任者、即ち、嘉南ダム組合管轄下にある当烏山頭ダム、嘉南大圳(かなんたいしゅう)工事を任されるに至った。1920 年に本工事が正式に着工し、先ず烏山頭の宿舍、関連施設の建設開始、翌年落成した。建設時の様子、苦労は後述するが、約 10 年かけて嘉南平原を沃野に変える難工事を完成させた功績を、前総統馬英九氏が感謝の意を表す中で建設を指示、2011 年 5 月 8 日與一命日に開園したのが、「八田與一記念公園」(八田與一記念館や八田宅を含む 4 住居等からなる)である。よく整備された公園で、林慶宗ガイドの丁寧な説明に耳を傾け、暫し 100 年前の先人の労苦に思いを馳せた。

嘉南大圳

八田 與一



当記念公園は、台湾国内からはもとより、国外観光客、何より地元にも愛され、多くの方が日々訪問されている。1 時間余の見学後、いよいよ烏山頭ダムへ向かう。

(2) 烏山頭ダム建設の背景とダム概要



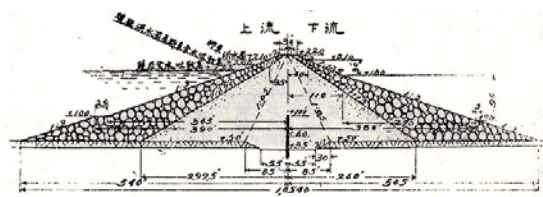
烏山頭ダム景勝地案内表紙

烏山頭ダムは、高さ 56m、長さ 1273m、体積 5,400 千 m^3 、当時世界有数の規模のフィルダム(天然の土砂や岩石を盛り立てて築いた構造物)で、ダムの基礎は岩盤まで掘削し、ダムの中央部には粘土やシルトなど細粒の材料を配置し、外側に向って砂など次第に粗粒にし、一番外側を玉石や栗石で保護する設計としており、現代の目で見ても合理的な設計であると思われる。

ダム中心には、底部幅 1.5m、頂部幅 0.9m の鉄筋コンクリートコアを設けている。比較的古いダムには、このようにコンクリート壁によって、基礎岩盤とダム底の境界付近を通る漏水の抑制を確実にが数多く見受けられる。コンクリートコアの高さをどのようにして

決めたのかは不明であるが、おそらく堤体の変形への追随性や工事費を勘案して決めたのだろう。

烏山頭ダムは、セミハイドロリックフィル工法（水締め工法）という施工方法で築造された。当時は、アメリカなどでハイドロリックフィル工法によるダムがかなり数多く築造されていたようだが、この工法は、大小粒径の混じり合った土砂を水流に乗せて流すと粒径の大きい物ほど早く沈殿し、細粒の物は遠くまで運ばれるという現象を応用した築造方法で、ゴールドラッシュの時代に、金鉱での選鉱方法にヒントを得て発達した技術ではないかと感じている。また、水締め工法と訳されるが、個人的には若干違和感を持っている。

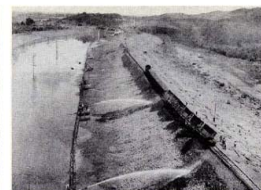


八田技師が設計した官田溪土堰の横断面図

古川勝三「台湾を愛した日本人 土木技師八田與一の生涯」より



中心コンクリートコアの打込作業と射水作業



ジャイアントポンプによる土堰堤での射水作業

古川勝三「台湾を愛した日本人 土木技師八田與一の生涯」より

與一は1922年に当時のダム先進国アメリカに7ヶ月間出張し、その折同時に最新鋭の土木機械を買い集めてきたらしい。蒸気駆動の機械類の時代で、パワーショベル、蒸気機関車、射水用のポンプ等々、47機種、1,000トンを上回る買い付けをしたと言われている。大型重機械による施工の全面採用という面でも、正に画期的な工事で、與一個人の能力や執念はもちろんとしても、当時の日本政府か台湾総督府かは不明だが、関係者全部のこのプロジェクトにける期待と意気込みがひしひしと伝わってくる話だと思う。その写真に



パワーショベル



ツラグラインショベル



エアーダンプカー



スプレッターカー

古川勝三「台湾を愛した日本人 土木技師八田與一の生涯」より

あるのが、土砂を積んでいる貨車で、それで線路の上から貨車を傾けて土砂を落とし、強力なポンプで射水する訳である。烏山頭ダムの場合、堤体材料の採取地がダムサイトから遠く離れた場所だったので、まずはそこから線路を引いて蒸気機関車を持ち込んで…と、とんでもない大工事となり、80年以上前、現地の人はさぞ驚いたであろう。この写真ではダムのいちばん真ん中にコンクリートのコア壁を造っている。

※斜字 東京電力 吉越洋（東京電力株式会社顧問、日本大ダム会議会長）H22.3 現在 引用

我々は、與一の記念像前で工事殉職者134人も含め手を合わせたのち、ダムサイトへと向かった。そして、曾文溪の支流である官田溪を堰き止めたダム湖畔を暫し散策、面積13 km²の湖水（通称：珊瑚池）、満水貯水量1億5千万トン（黒部ダムの75%相当）、流入河川集水面積60 km²、農地面積9万haの嘉南平野を見下ろした後、八田技師記念室、下流旧放水路（ここは與一戦死後、妻外代樹が身を投げて後を追った悲しい場所）に2002年8月に

建設・運用開始された約 20m 落差水力発電所を見学、Visitor Centre にてビデオ鑑賞した。



（３）八田與一の技術者倫理の醸成の背景

前出の吉越氏*によると、「與一は、東大の広井先生の弟子で、当時の広井門下という、非常に思想が高邁で、土木は世のため人のためという高い志を持った方々が大勢おられたよう。今の時代、正直これだけの大工事は、一人の技術者ではできないだろうが、與一が調査、設計、工事と一貫して長期間携わったというのもたいへんなこと、広井 勇の小樽築港の工事や、インクラインの田辺朔郎も、彼らは現場でものすごく努力をした、本当に昔の人はよくやったものだと思う。ただ一つ学ぶべきことは、技術者として課題解決にあたってすごく勉強したこと。それと是が非でも完成させるという強い意志を持つこと。当時としてはすさまじい大工事をよく続けたものだ。日本が台湾を統治していて、内地と同じレベルにしようとして懸命であったからこそ、出来たという感じもある。」

何としても先進国に負けない立派な事業を完成させる、そのためにはどんな難関にも怯むことなく努力を惜しまない……。ひたすら頭が下がるのみ。

吉越氏*によると、「現代のダム技術について、フィルダムでは 1933 年のプロクターによる土の締め固め理論の確立が、コンクリートダムでは 1930 年前後のフーバーダムに関係する様々な研究が、それぞれ最大のエポックメイキング」とのこと、嘉南大圳工事は、それを遙かに遡る 1910 年代に世界有数の大プロジェクトとして構想され、1920 年代に実施されたもので、過去大規模なダムプロジェクト未経験の国で、しかも若い技術者が、欧米先進国の直接の援助なしに成功させたということは、真に驚異的で感動的である。

（４）おわりに

與一の技術者魂に触発され、勇気を少々もらい、烏山頭ダム建設と『三年輪作法』（稲、サトウキビ、雑穀類）の考案で、台湾南部の不毛の大地を大穀倉地帯に変貌させた嘉南大圳を眼に焼き付け、昼食後一路阿里山へ向かうこととなる。

3. 4 環境開発・自然環境の現状（阿里山）

黒 澤 之
田 中 正 夫

（1）自然環境

台湾島を南北に走る五大山脈の一つで、東側に玉山山脈（旧称新高山脈）が並行する梓仙溪を間に挟む形になっている。北は南投県集集鎮から南は高雄市燕巢区に至る。その延長は約 250km で、平均標高は 2,500m とされる。

阿里山山脈の岩石層は、比較的新しい砂岩、頁岩、砂頁岩が互いに重なっている。東側に並行する玉山山脈は構成される岩石層の地質年代が比較的古いものになっている。ガイドの林さんの解説によると、阿里山山脈はもともと玉山山脈の上にあったものが、東側のプレートから強い力が加わったことにより断裂し、上方の岩石層が西に押し出されて阿里山山脈を造り上げ、下方の岩石層が玉山山脈となったという。最高峰は玉山の標高 3,952m と台湾で最も高い。第二次世界大戦直後には 3,997m（米軍の計測）であったらしい。米軍の計測から今日までの地震でこれだけの高低差ができることも考えにくい。この標高の変化については測量ミスとの説もある。

阿里山山脈東側の斜面は急で西側が緩やかだという。鉄道が西側から整備されたのもそれが一因と考えられる。それでも褶曲した露頭が何十メートルの高さにも及んでむき出しになっており、恐怖感すら覚える。

嘉義から阿里山に向かう道路沿線の植物は平地から海拔 800 m 以下の部分が熱帯林、800 m から 1,600 m までが亜熱帯林、1,600 m 以上が温帯林となっており、垂直分布の違いが鮮明である。日本では見ることのない椰子の群生林には圧倒される。



（2）環境開発の現状

2-1) 国家風景区

阿里山は国家風景区で 15 の山から成る。最高峰は大塔山の 2,663m。面積は約 32,700 ヘクタール中 1,400 ヘクタールが国家風景区「阿里山国家森林遊楽区」に指定されている。戦前の日本統治下 1934 年には隣接する玉山とともに、新高阿里山国立公園として日本の国立公園に指定されていた。



現在は、日の出・夕霞・雲海・鉄道・神木の「五大奇観」が有名であり、3～4月頃に満開を迎える桜の名所でもある。

国家風景区は日本の国立公園に相当し、民有地であってもその土地利用が厳しく制限される。ひとえに我々の宿泊施設「阿里山高峰大飯店」も同様であり、予約の確保が厳しい背景にもなっている。

風景区の入口には検問所がある。一般の路線バスはこの手前にバスターミナルがあり、乗客はここから徒歩となる。観光バスや自家用車は検問所で手続きを取り、少し上の阿里山駅のターミナルまで行ける。ターミナルは富士山 5 合目並みの喧騒とした雰囲気であった。ここから先は徒歩か乗合いの電気バスで移動することになる。

風景区の中では、遊歩道がしっかりと整備されており、日本の国立公園と同様に「人と自然のふれあいの場」となっている。



2-2) 祝山からの御来光

台湾最高峰の玉山山系から出る日の出は阿里山の名勝であり、通常は祝山（標高 2,450m 地点）で御来光を望む。

我々は、阿里山森林鉄路で御来光の 40 分ほど前に祝山駅に到着した。駅前の階段途中には雷で吹き飛んだ巨木の根元があった。さらにすぐ上に展望台があったが、かつてさらに上方に展望台があったそうだが台湾震災で崩壊した。その展望台から、玉山方向から昇る朝日を拝むことができた。祝山ボランティアの案内で、絶好の位置から朝日を眺めることができた。晴れる確率は 3 日に 1 回とのことであったが、薄い雲海の上に顔を出す玉山の山頂からのご来光を迎えることができた。神秘的としか表現のしようがなかった。



(3) 産業史

3-1) 高山茶

標高が高くなると気温は下がるが、斜面地は日当たりが良いため、亜熱帯植生域では高山茶が栽培される。沿道には小さな集落が構成される箇所があり、道路に面してお茶と檜

細工が特産物として扱う土産物屋が建つ。

台湾の烏龍茶で有名な産地は、阿里山、杉林溪、梨山、が3大茶区とされる。

台湾茶は中国福建省から持ち込まれた茶樹とされる。しかし、環境の違いや、地道な品種改良と製茶方法の開発によって、大陸の茶とは似て非なるものに変化している。

台湾茶の歴史は比較的新しく、19世紀からとなる。しかし、発展も著しく、19世紀半ばには、域外への輸出が行われている。日本統治時代には、政府の振興政策もあり、栽培技術や機械化が進み、生産量と品質の双方が安定したとされる。

戦争直後には生産量が落ち込んだものの、民国政府の振興策もあり、再び台湾を代表する名産物として現在に至っている。

阿里山では、「阿里山金萱」という銘柄が著名である。緑茶特有の苦みがなく、ほんのりとした甘みを感じられるやさしい味に仕上がっている。

3-2) 林業

植物は、熱帯・暖帯・温帯の植物が見られる。1,800m以上の温帯植生域に入ると樹齢1,000年を超えるタイワンヒノキが多く自生している。阿里山の森林が初めて日本人に発見されたのは1900年のことで、1904年から林学博士河合鉢太郎により調査が始められた。1906年には小笠原富次郎が推定樹齢3,000年超の檜を発見し、阿里山神木として大切に扱われたという。しかし、腐敗が進んでいたこともあって、1998年6月29日に切り倒されたとされる。2006年に選考された樹が阿里山香林神木となっている。



靖国神社の神門や橿原神宮の神門と外拝殿、東大寺大仏殿の垂木など、日本の多くの神社仏閣に阿里山のタイワンヒノキが使われている。さらに明治神宮の一代目大鳥居にも使われていたが、1966年7月22日の落雷で破損し、その後、大宮氷川神社の二の鳥居として移築された。

森林鉄路もそうだが、国家風景区の中でも人力運搬用の山馬が遺構として残されている。日本の林業技術はしっかり評価されていた。

(4) 鉄道史（森林鉄道）

阿里山森林鉄路は、国有鉄道ではあるが、鉄路局ではなく、林務局の管理となっている。一時BOT方式で民営化されたが、2010年5月に再び林務局の管理に戻った。2013年5からは鉄路局（台鉄）による運営協力が行われ、現在に至る。

日本統治時代に阿里山の檜などの輸送を目的に、臨時台湾鉄道敷設部の技師長長谷川謹介のもと、飯田豊二らが事前調査を実施、事業化決定後に藤田平太郎により 1906 年（明治 39 年）に着工、1908 年（明治 41 年）、嘉義・竹頭崎（現在の竹崎）間が完成した。その後、総督府林務課が建設と運営を引き継いだ。1910 年（明治 43 年）4 月の勅令で、台湾総督府阿里山作業所が設置され、阿里山・嘉義間の鉄道建設・運輸・営業等と、森林産物の採取販売に関する官営事業が開始された。

1912 年（明治 45 年）には二萬平までの 67.1 km が完成。1914 年（大正 3 年）には現在の本線部分が全線開通した。その後も支線が建設されている。日本の神社建築に用いた木材もこの鉄道で運び出されている。旅客輸送を開始したのは 1920 年のことである。

本線は嘉義・沼平間 72.7 km の区間で、2,250 m 以上の高さを登るため急峻な区間が続く、ループ線やスイッチバックを組み合わせている。軌間は 762 mm の軽便鉄道仕様で、現在もその仕様を踏襲している。

厳しい地形条件の区間を走るため、事故も多い。森林鉄路は台鉄嘉義駅を起点としているが、土砂災害による不通区間があるため、暫定的な終着駅の奮起湖駅までと、阿里山駅を起点とする路線網に分けて運転されている。阿里山駅を起点とする路線網は、祝山線（阿里山・祝山間と神木線（里山・神木間）、沼平線（阿里山・沼平間）で区間列車が運行されている。毎週水曜日には檜木車両も運行される。

我々が乗車した祝山線は、ご来光の時間に合わせて未明に阿里山駅を出発する列車が毎日 1 便運行されている。現地時間 4 時前に行列を組み、待機すること数十分で列車が入ってきた。客車は 5 両編成で、満員の乗客で埋まった。登りがディーゼル機関車推進、下りが牽引になる。



帰路は座席は埋まっていたものの、往路ほどの混雑ではなかった。下り坂になっているため、徒歩で下山する人が多い。列車の所要 30 分に対して徒歩が 60 分ということと、歩きながら自然を満喫するという嗜好で、贅沢な選択肢とも言える。

なお、黒部溪谷鉄道や大井川鉄道と姉妹提携している。これらは電力会社が運営をしている関係で、ディーゼル機関車ではなく電気機関車を用いている。

3. 5 内湖清掃工場の視察

亀 尾 徹
菅 原 秀 雄

内湖清掃工場は 1992 年 1 月に竣工した台湾最古の清掃工場（タクマ製）である。竣工後 26 年が経過しているが現在も順調に稼働していた。今回はこの内湖清掃工場の視察を通じて「台北市のごみ処事情」と「清掃工場の運営状況」が調査できたので下記に報告する。

（１）台北市のごみ処事情

台湾は四方を海に囲まれ、九州程度の島国である。このため、ごみの分別、ごみの再利用等を徹底するリサイクル意識の高い国となっている。

台湾の中心都市、台北市は、人口密度 9,600 人/km²の首都である。この人口密度は、日本では浦安市（千葉県）程度の都市に匹敵する。台北市に於けるごみ処事情は、廃棄物となる資源物を徹底回収し、再利用、焼却処理し、焼却灰等をまた資源として再利用する「世界からリサイクル貢献表彰を受けた都市」であった。

その具体的取組の一例を下記に示す。

- ① 一般廃棄物（家庭又はその他非事業所から発生するごみ・糞尿類・動物の死骸など、環境を汚染しうる固体又は液体の廃棄物）を、水・日曜を除くほぼ毎日収集している。

ごみの分別は、「一般ごみ」「資源ごみ」「生ごみ」「粗大ごみ」に分別して収集される。なお、一般ごみに関しては、2000 年に「有料指定ごみ袋収集」とした。実際、菅原が内湖清掃工場で試運転実施時は、ごみは全く分別されておらず、厨芥分や灰分が多くて燃焼させるのに非常に苦労した。これを反映して後述のように計画発熱量も低かった。これからすると、台北市の廃棄物行政は格段に進歩している。

- ② 収集は、夜間収集で、ごみの先出を禁止し、市街地の環境美化に努めている。（このため、都市にカラス等は見当たらなかった。）
- ③ 収集車は、音楽とチャイムを鳴らしながら、3 両の回収車が隊列を組んで一度に収集していく。1 両目は大きな資源回収車で、紙・プラスチック・缶・瓶を回収し、ごみの再利用を図る。2 両目は、生ごみ回収車で、野菜・残飯などの生ごみを回収し、コンポスト用、豚の飼料用とする。3 両目は日本でもよく見かける一般ごみ回収車である。内湖清掃工場では、この 3 両目の一般ごみ回収車が搬入されることとなる。以上の結果、1900 年代と比較してごみ袋での回収量を約 65%削減している。

（２）台北市の清掃工場

台湾全土では、現在 24 の清掃工場が稼働中である。2010 年現在、台北全市で日量 1,619 トンの一般ごみが排出されているが、その内の 99.12%を表 1 の 3 工場で焼却処分している。

- ①、②がタクマ製、③が日立造船製である。

表 1 台北市の清掃工場

①内湖清掃工場	②木柵清掃工場	③北投清掃工場
<ul style="list-style-type: none"> ・ 竣工；1992 年 ・ 設計能力；900t/日 (現能力；600t/日) ・ 型式；ストーカ 3 炉 ・ 発電容量；6,000kW 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 竣工；1995 年 ・ 設計能力；1,500t/日 (現能力；1,200t/日) ・ 型式；ストーカ 4 炉 ・ 発電容量；13,500kW 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 竣工；1998 年 ・ 設計能力；1,800t/日 (現能力；1,500t/日) ・ 型式；ストーカ 4 炉 ・ 発電容量；48,000kW

(3) 内湖清掃工場

内湖清掃工場は、台北市の東部の准工業地域に位置する清掃工場である。竣工後 26 年が経過しているが、当時は無かった温水プール、テニスコート、児童遊技場等を隣接させ、排熱の有効利用を図ると共に、「街の中に溶け込んだ清掃工場（煙突高さ；74m）」となっていた。清掃工場の処理システムは、日本の清掃工場と変わらず図 1 になっている。

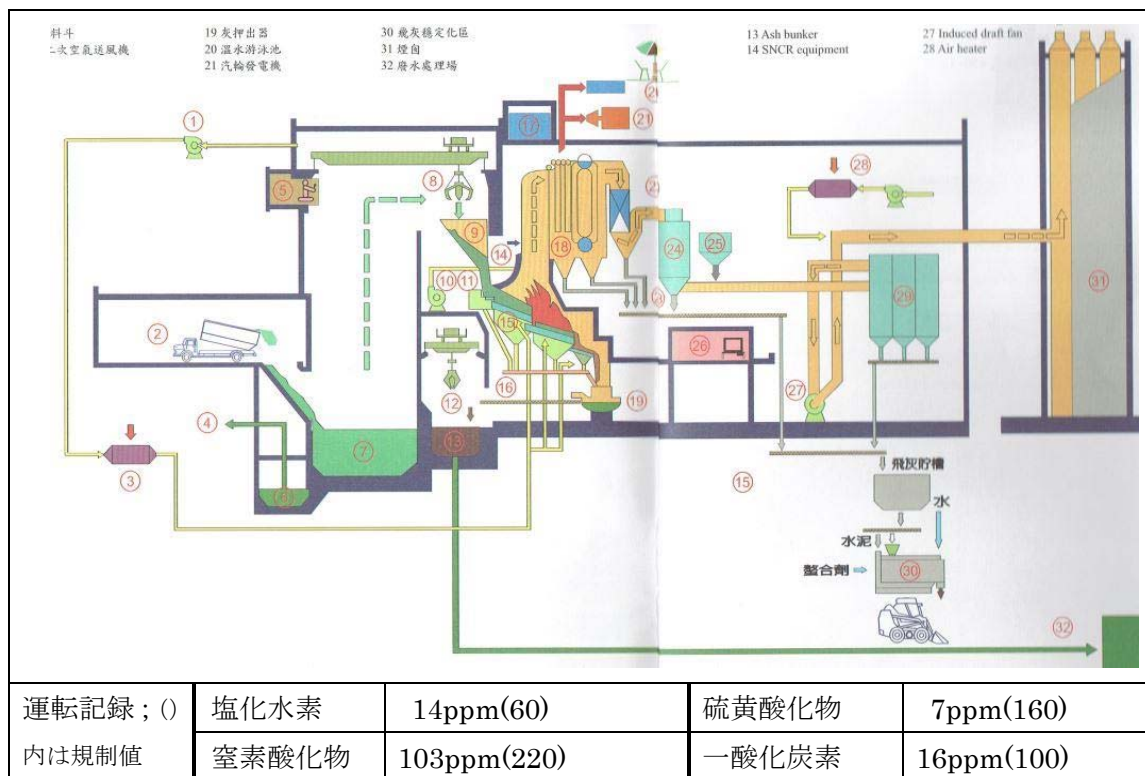


図 1 内湖清掃工場の処理システム

竣工後、2001 年に、DXN（ダイオキシン類）対策のために改造（電気集じん器→ろ過式集じん器に変更、燃焼温度；850℃以上に変更等）を行った。このとき、計装設備もアナログ式からデジタル式に更改している。また、ごみ組成の変化により、設計時の基準ごみ 1,350 kcal/kg→現在のごみ質；2,000 kcal/kg となり、処理能力は 900t/日から 600t/日に低下していた。

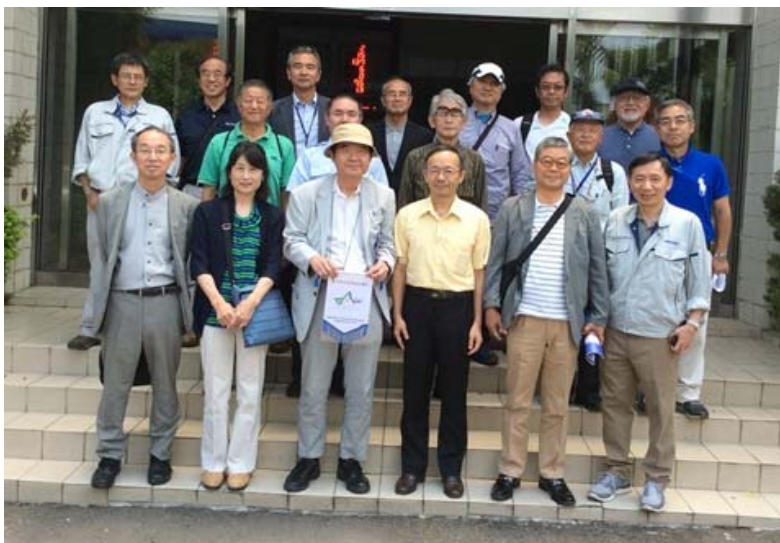
表 2 は工場視察時の Q&A である。

表2 内湖清掃工場での Q&A

運営管理体制はどうなっているか。	8人/班で、直営運転している。 クレーン操作は手動で行っている。
長期包括等委託の考えはないか。	台北市と高雄市は直営で行っている。(台湾には 24 の清掃工場があるが直営で行っているのは 5/24 施設である。)
工場の延命化対策、更新計画はどの様になっているか。	DXN 類対策工事で改造工事を行った。 26 年経過しているがあと 4～5 年は継続する予定。
灰の処理はどうなっているか。	焼却灰は、専門業者に引き取ってもらった後、分類後の灰を道路の埋め戻し材に使用している。飛灰はエコセメントの原料とするが、残りは飛灰固化して埋立処分している。

(4) 視察を終わって

台湾・台北市のごみ処理事情は、台湾の特性を十分に活かし、都市に溶け込んだ形で進められていた。日本でも参考にしなければならない部分が多々あり、今後、生かしていきたいと考える。最後に、本視察で快くご説明していただいた、台北市内湖工場及び台田環工(タクマの現地法人)の皆様にご心より感謝申し上げます。写真上段左は胡副工場長から台北市政府環境保護局のペナントの受領、右はペナントです。最下段は工場正面での集合写真。



4. 結び

副団長 永 野 澄

衛生工学部会としての2回目の海外視察研修旅行が無事故でトラブルも無く、予定通り終了した。

今回の研修の中で、台湾の技術者協会又は大学等の公的機関への訪問を希望し、幹事から芝浦工業大学建築学部建築学科の秋元孝之教授に相談し、秋元教授から千葉大学建築学科の川瀬貴晴・元教授（現グランドフェロー）を通して成功大学建築学科の林憲徳教授へ訪問を依頼し快諾を得た。秋元先生、川瀬先生、林先生に対して感謝申し上げたい。

林憲徳先生には夕食会の席で、日本から持参した先生の著書「緑の魔法学校」ー台湾はじめての ZEB 建設の物語ー（日本語初版 2013 年 2 月 15 日発行、社団法人建築設備技術者協会）に署名をいただいた。この著書は日本技術士会へ寄贈し、書架に設置いただき会員の参考としていただきたい。

台湾視察研修旅行では、最初から最後までガイドの林慶宗さんに大変お世話になった。幹事のアドリブの注文にも全て適切に対応いただき、各所での説明も分かりやすく楽しい有意義な研修旅行となった。この場を借りてお礼申し上げる。

今回の研修旅行に夫婦で参加したが、台北、台南、高雄、台中での日本と違う気候・自然・建物・町並み・匂い・雑踏の中で聞こえ来る会話・人々・食事・ホテルなど、研修とは別に台湾での旅行を堪能した。

台湾は 50 年間の日本統治、日本からの多数の観光客の来台により、年配者をはじめ日本語を話す人が多く、また漢字文化で繁体字であるため、中国の簡体字に比較して日本の漢字に近く、我々には漢字の意味が分かり親しみ易かった。

今後、シンガポール、台湾に続く第3回目の海外視察研修旅行に向けて検討を始めた。

最後に、本研修旅行の全てを企画し詳細を決定して旅行社との交渉もしていただいた菅原総幹事、現地での諸事を対応いただいた星野、曾武川両幹事及び報告書をまとめたいただいた佐々木編集幹事並びに加藤団長以下報告書を作成頂いた全ての団員に感謝したい。

以上