

# 報 文

## 日本の産業用動力について

正員 工学博士 大 西 英 一\*

### PRESENT STATUS OF POWER SOURCE FOR THE JAPANESE INDUSTRY (Abstract)

(JSCE Jan. 1951)

Dr. Eng. Eiichi Onishi, C.E. Member

**Synopsis** In Japan where the pivot of industries is recently found shifting gradually from the light to the heavy industry, exploitation of power source is the primary requisite for her to bolster up the thus changing industrial setup. From the past record of energy consumption and also from the meagre existence of the natural resources in Japan, it is believed that development of hydropower resources is best suited to meet with this requirement.

At present, with approval of GHQ, SCAP, development of hydropower resources has been carried out throughout Japan but in order to eliminate the power shortage during dry seasons and reduce as much as possible the thermal power which is expensive in generation, construction of power plants having reservoirs or pondages is ardently desired in all quarters.

#### 1. はしがき（日本の産業構造の推移）

日本に於て戦前の経済状態をみるには、1930～34年の平均を基準とすることが通例となつている。

そこで此の期間に於ける主要商品の海外依存率をみると表一の通りで、石炭及びコークスは10%、鉄鉱石87%、銑鉄34%、塩54%、石油56%、原油75%生ゴム、羊毛、綿花、燐鉱石は何れも100%となつており、重要な原材料物資は何れも高い海外依存率を示している。

このような輸入構成の上に日本の産業構造が樹立されていたのであるが、この産業構造の推移を生産額からみると表二の通りで、主要産業の約3割以上が紡績業、約14%が食糧品工業であつて、当時の日本が軽工業を以てその産業の基本としていたことが分る。

然るに其後軽工業は漸次比重を弱め（例えば紡績業の生産額は1930～34年には36.1%であつたのが、1949年は14.8%）之に代るに金属工業、機械工業、化学工業等の重工業が発達して来たのであつて、1948年には生産額に於て金属工業13.7%（1930年～34年は11.3%）機械工業21.6%（同上11.2%）化学工業20.9%（同上15.8%）となつている。（これを工場数、職工数比率についてみても増大してきたことが明かとなつている。）

此のような変化を反映して、日本の輸出商品の構成

は戦前と戦後では大きな変化を示し、就中生糸輸出の凋落は合成繊維の発達に押され特に著しく、1949年に於ては絹織物と合せても輸出総額の6.9%を示すにすぎなかつた。

之に反して雑貨（食糧嗜好及び煙草、皮革及び同製品、ゴム製品、木材及び同製品、紙及び紙製品、動植物及び同製品、油脂蠟及び同製品、陶磁器、硝子及び硝子製品、雑品）は17.8%、金属及び同製品13.4%、機械及び部品10.2%となつており、これらは戦後に於ける市場の変化及び日本商品に対する需要の変化をも反映しているものと思われる。

勿論戦前、戦後を通じて輸出商品の大部分は依然として繊維及び同製品であつて1949年は54.4%で首位を占めてはいる。（以上表三参照）

産業構造のこのような推移が動力部門を代表する電力及び石炭の産業別消費量によく反映している。（表四、表五参照）

即ち電力についていえば、軽工業を代表する紡績工業は構成率（日本の全産業の電力消費構成に占める地位）に於て25%、電力量に於て54%に低下している。之に反し鉱業、金属工業、機械器具工業、化学工業等は構成率に於ても、電力量に於ても著るしい増加をみている。

これを石炭の消費実績によりみれば、戦前1934年に於て繊維工業に対する配炭構成率は11.6%を占め

\* 本会副会長、電気協会々長

ていたのに反し、1949年では僅かに3.2%、食糧品工業では4.9%から2.5%に低下しているが、鉄鋼、造船、造機は13.7%から16.9%、化学工業は9.9%から11.6%に増大している。

茲で石炭と電力の両者の消費実績を比較して注目すべきは配炭の絶対量が戦前と戦後では例えば鉄鋼、造船造機では5,695千疋から5,937千疋と僅かに増加し(4%)化学工業は反対に4,138千疋から4,088千疋に減少しているにも拘わらず、消費電力の絶対量は機械器具工業(石炭の造船、造機に当る)は190百万キロワット時から957百万キロワット時(約5倍)に、又化学工業は3,009百万キロワット時から7,488百万キロワット時(約2.5倍)に著増していることであつて、此のような一例をみても、戦後に於ける電力生産の好調と産業活動に占める電力の重要性が窺えるのである。

以上を要約すれば、戦前から戦後を通じて、日本の産業構造は軽工業より重工業へと漸次転換して、この間これ等産業を支える電気の比重が著るしく高まりつゝあることが明瞭である。

## 2. 日本の動力経済の概観

1947年に於ける諸外国のエネルギー生産量と日本のそれとを比較すれば表-6の通りで、人口一人当りの生産量ではアメリカの $\frac{1}{10}$ 、イギリスの $\frac{1}{5}$ でイタリーを僅かに上廻るにすぎない。

更に欧米各国動力源が概ね石炭、電力、石油の三大要素によつて構成されているのに対し、日本に於ては薪炭の比重を無視し得ぬ状態にあり、亜炭の如き低級燃料が相当に消費されていることは、エネルギー資源の特徴を示していると同時に、日本の国民生活水準の程度と産業構造の発達度を示すものとして注目に値する。

### (1) 各種エネルギー相互間の消費構成状況

日本に於て年々生産せられる石炭、亜鉛、石油、薪、木炭、水力電気等を仮に1キログラム当り6,500キロカロリーの石炭に換算してみると、表-7に示す通りで、1930~34年平均1人当り石炭換算エネルギー消費量は0.85吨であつたが、終戦直後エネルギー経済は極端な窮乏を告げ、0.6吨となつていた。その後逐次回復し漸く1949年には0.79吨となつたが、今尙不足している実情である。

又これが構成をみると、1930~34年に於ては石炭61%に対し、水力電気は18%で3分の1にも足りなかつたが、終戦後はこの地位が大巾に変化し、1945年では石炭38%に対し、水力電気45%と全く逆転し、其の後も戦前に比べれば、水力電気の比

重は極めて重くなつている。

石炭と同様、石油、薪、木炭も夫々戦後はその比重を減少しており、これをうめるものは水力電気と亜炭のみである。

このような戦後に於ける水力電気の異常な比重増加は、日本に於ける水力発電設備が比較的豊富であり、戦災を免かれたことにも一因はあるが、電気事業者が利用率向上に努力し、最近に於ては電気事業創立以来の最高発電実績をあげたことを銘記しなければならない。

一方家庭や各種産業が競つて熱源を電気求め、そのため電力の需要が増大したこと、及び戦争による設備荒廃の結果、各種工場の電力原単位が増加したことにもその原因がある。

更に終戦後薪を除いては、各エネルギー共逐次相当回復を示して来ているが、最も著るしく眼につくことは石炭、石油、薪、木炭がすべて1930~34年平均の水準に達していないのに反して、独り水力電気のみは2倍弱~2倍以上に達していることである。

以上は何れも電力が、動力経済に於て重要な役割を果たしつゝあり、特に今や石炭に代つて広く産業活動の各分野に吸収、普及されつゝあることを物語るに外ならない。

### (2) 日本に於ける各種エネルギーの賦存状態を概観すれば次の通りである。

(イ) 石炭の推定埋蔵量は褐炭を除けば約91億吨に過ぎず、世界主要国の埋蔵量の僅かに0.2%に過ぎないといわれている。仮に年4,500万吨の出炭実績を以てすれば、日本の石炭維持年数は約200年に過ぎないこととなる。

尙石炭価格も著しく騰貴しているが、この異常な石炭価格は当分続くものと考えられている。

(ロ) 森林面積が全国土の65%に当り、且つ気候が温和多雨で森林の成長に適しているため、森林の成長量は1946年で $60 \times 10^6 \text{m}^3$ に及び世界各国と比較しても相対的に豊富であり、日本のエネルギー資源の内相当な地位を占めている。

然し現在の様に伐採が成長量を超える程に継続されていたのでは、(1946年で伐採量 $85 \times 10^6 \text{m}^3$ 、成長量と比較して過伐 $25 \times 10^6 \text{m}^3$ 、即ち42%)森林の維持年数は用材で約46年、薪材で約17年と云われており、これに多くを期待することは難しいし、このため国土を荒廃せしめ、水源涵養を不可能にし、後に述べる如く折角豊富な水力資源すらも之が源泉を喪失することになる。

- (3) 石油の既知埋蔵量は1 550万バレルで、全世界の埋蔵量の僅かに0.02%に過ぎない。輸入も大して期待出来ないとなれば、殆んど問題にならない。
- (4) 水力資源は約2 000万キロワットで、世界各国と比べても比較的豊富である。その開発の程度は約3分の1であり、而も無限の循環資源であることを考え併せるならば、日本のエネルギー資源として今後相当の期待をもつことが出来ると云える(表一8参照)。尙電力原価も国際水準に比し比較的低廉である。

従つて日本の動力の中心は、現状から将来にかけて益々電力にそのウェイトを移行し、更には石炭とその地位を代えて産業活動の原動力となることが期待される訳で、日本の自然的、地理的条件から云つて必然の勢であろうと思われる。換言すれば、日本の今後の産業構造を支えるものは、豊富低廉な水力電気を措いてないことが結論付けられる。

3. 電源開発と開発に伴う諸問題

以上によつて知り得られる通り、日本に比較的恵まれた電源を開発し、日本産業の発展と輸出貿易の伸張をはかることは電気事業の使命であるが、日本国民が戦前の9割台という最低限度の生活を維持してゆくためには、今後5ヶ年間に

|      |      |           |            |
|------|------|-----------|------------|
| 水力設備 | 87ヶ所 | 1 254 000 | キロワット      |
| 火力可能 |      | 463 000   | キロワット      |
| 出力増加 |      |           |            |
| 送電設備 |      | 7 877     | キロメートル     |
| 変電設備 |      | 6 387 000 | キロヴォルトアンペア |

表一1 戦前戦後主要商品海外依存率

| 商品名        | 年度別     | 単位 100% |         |
|------------|---------|---------|---------|
|            |         | 生産数量(%) | 輸入数量(%) |
| 生糸類<br>總計  | 1930-34 | 12 469  | 3 176   |
|            | 1948    | 12 211  | 7 510   |
|            | 1949    | 12 793  | 3 030   |
| 塩          | 1930-34 | 656     | 706     |
|            | 1948    | 582     | 1 184   |
|            | 1949    | 335     | 1 379   |
| 燐石         | 1930-34 | —       | 566     |
|            | 1948    | —       | 419     |
|            | 1949    | —       | 349     |
| 綿花         | 1930-34 | —       | 758     |
|            | 1948    | —       | 93      |
|            | 1949    | —       | 180     |
| 羊毛         | 1930-34 | —       | 93      |
|            | 1948    | —       | 70      |
|            | 1949    | —       | 17      |
| 鉄鉄         | 1930-34 | 1 251   | 648     |
|            | 1948    | 803     | 11      |
|            | 1949    | 1 549   | 131     |
| 鉄石         | 1930-34 | 287     | 1 942   |
|            | 1948    | 560     | 539     |
|            | 1949    | 760     | 1 535   |
| 石炭<br>コークス | 1930-34 | 33 457  | 3 738   |
|            | 1948    | 36 756  | 1 173   |
|            | 1949    | 41 662  | 1 783   |
| 原油         | 1930-34 | 1000    | 1000    |
|            | 1948    | 277     | 851     |
|            | 1949    | 278     | —       |
| 石油         | 1930-34 | 1 471   | 1 811   |
|            | 1948    | 177     | 1 335   |
|            | 1949    | 189     | 1 836   |
| 生ゴム        | 1930-34 | —       | 55      |
|            | 1948    | —       | 30      |
|            | 1949    | —       | 40      |

註：通産省通産局調べによる

部より38ヶ地点、約120万キロワットの開発が許可され、この内1950年3月末現在に於て26ヶ地点、47.3万キロワットの開発工事が鋭意進捗中で、その中には既に完成しているものもある。(表一8参照)

従来の日本に於ける水力発電所は表一8にみる如く、貯水池式乃至は貯水池を利用する発電所は全体の約27%で、過半は水路式発電所と少数の掘水式発電所である。

このため多期渇水の到来と共に発電力は豊水期の約2分の1に低下する有様で、これを補給するため負荷中心地の近辺には火力発電所が建設された。

然し最近の異常な石炭価格の昂騰のため、火力発電原価は水力発電原価の数倍以上に大巾に騰貴し、之が諸生産品コストに及ぼす影響は極めて大きい。且つ今後の日本の産業構造が電気を原料とする重化学工業への過程を迎えることが予想されるので、之に対処するためには、日本の発電方式が従来にも増して水力中心に推進移行せられ、コスト高の火力発電を出来るだけ少くし、大量の常時水力の供給を行うことが望ましい。従つて将来の電源開発方式は出来るだけ貯水池式によると共に、刻下の電力不足を克服するために、水路式でも有利なものほどしどしど開発すること、しこの場合に於ても可及的に調整池を設置することが、日本の電力経済の合理的発展に最も適合するものと考えらる。

4. 結 び

戦争により領土の多数を喪失し、人口が過剰で資源の貧乏な日本経済は輸出産業に依存しなければならぬが、将来東南洋地域の軽工業の発展を考え併せると、日本に於ては、機械工業や化学工業等を主軸とする工業に漸次転換されることが、自然の勢であると共に最も望ましく、之を支える動力源としては水力電気が最も有望で、而も之が開発方式も可及的に貯水池式による必要があることが示唆される。

表一2 生産額よりみた日本の産業構造の推移

| 産業別    | 年度        |            |            |            |            |             |
|--------|-----------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|        | 1930-1934 | 1939       | 1942       | 1945       | 1946       | 1948        |
|        | %         | %          | %          | %          | %          | %           |
| 紡織工業   | 2 479 261 | 4 814 194  | 3 962 224  | 2 219 53   | 5 065 70   | 29 089 448  |
| 金属工業   | 780 113   | 5 581 224  | 7 009 218  | 7 856 86   | 10 789 489 | 118 817 937 |
| 機械器具工業 | 768 112   | 5 592 225  | 10 605 380 | 21 762 517 | 17 553 242 | 116 721 216 |
| 窯業     | 188 27    | 582 23     | 709 22     | 868 21     | 3 116 43   | 35 716 41   |
| 化学工業   | 1 085 158 | 4 275 172  | 5 012 156  | 4 123 98   | 12 771 244 | 100 654 289 |
| 製糖工業   | 177 26    | 733 30     | 1 129 35   | 2 080 49   | 7 311 01   | 61 207 21   |
| 印刷製本業  | 186 27    | 350 14     | 401 12     | 432 10     | 1 472 70   | 25 206 29   |
| 食料品工業  | 950 138   | 7 334 34   | 2 482 77   | 2 263 54   | 8 604 118  | 110 831 127 |
| 其他工業   | 262 38    | 6 01 24    | 814 28     | 515 12     | 3 062 53   | 18 662 22   |
| 合 計    | 6 875 100 | 24 862 100 | 32 130 100 | 42 122 100 | 72 544 100 | 836 883 100 |

註 本表は通産省工場設備課、製作所(1930-1934)及び(1948)の10ヶ年間の通産省1940年度統計調査報告、製作所



表一八 地域別包蔵水力と開発計画其の他との比較

| 項目  | 包蔵水力 |        | 既開発  |       | 未開発  |        | 未開発中 |       |
|-----|------|--------|------|-------|------|--------|------|-------|
|     | 数    | %      | 数    | %     | 数    | %      | 数    | %     |
| 北海道 | 207  | 1.255  | 52   | 2.85  | 153  | 7.70   | 22   | 0.11  |
| 東北  | 770  | 5.638  | 228  | 1.52  | 542  | 4.118  | 305  | 1.70  |
| 関東  | 307  | 2.433  | 121  | 0.971 | 186  | 1.537  | 186  | 1.537 |
| 中部  | 576  | 4.771  | 203  | 1.705 | 373  | 3.266  | 274  | 2.38  |
| 北陸  | 181  | 1.829  | 71   | 0.725 | 110  | 1.135  | 110  | 1.135 |
| 関西  | 154  | 1.272  | 37   | 0.31  | 117  | 0.961  | 117  | 0.961 |
| 中国  | 270  | 2.076  | 54   | 0.41  | 216  | 1.666  | 115  | 0.88  |
| 四国  | 141  | 1.070  | 4    | 0.03  | 137  | 1.037  | 137  | 1.037 |
| 九州  | 295  | 2.176  | 5    | 0.04  | 290  | 2.136  | 290  | 2.136 |
| 全国  | 2771 | 20.040 | 1004 | 7.520 | 1767 | 13.520 | 477  | 3.500 |

- 註：(1) 本表数字は 1950 年 3 月末現在である。  
 (2) 地域は配電局供給地域別である。  
 (3) 既開発自家用分については一工場又は一系統の出力 500 KW 未満は除いた。  
 (4) 未開発地帯については計量最大出力 1000 KW 未満は除いた。  
 (5) 5ヶ年計画は経済安定本部策定のもので最終出力を示す。  
 (6) GHQ の認證とは電氣開発について連合軍總司令部が許可を與えたものである。  
 (7) 「既開發中」欄の( )内数字は當該地域内に於ける發電所出力中「貯水池を利用する發電所出力」を示し%欄の( )内数字はその構成割合である。  
 (8) 「貯水池を利用する發電所」とは貯水池式發電所及びその下流にあつて水筒式發電所でも貯水池の放流を利用するものをいう。  
 (9) 「未開發中」欄の( )内数字は地點數である。  
 (10) 電力局作成資料による。

(昭. 25. 11. 15)

## 薄層流に関する研究(第3報)\*

### 一 雨水波列について一

正員 工学博士 石原 藤次郎\*\*  
 准員 岩垣 雄一\*\*\*  
 准員 石原 安雄\*\*\*\*

## SYNOPSIS ON THE THIN SHEET FLOW (3rd. REPORT)

### — ON THE RAIN WAVE-TRAINS —

(JSCE Jan. 1951)

Dr. Eng. Tojro Ishihara, C. E. Member, Yuichi Iwagaki, C. E. Assoc. Member  
 and Yasuo Ishihara, C. E. Assoc. Member.

Synopsis When we observe carefully a thin sheet flow with suitable water depth on a slope or channel with slope more than about 2%, we can see small and continuous wave-trains moving to down-stream with uniform wave-length. For instance, we find them on a road surface with steep slope in a heavy rain often, and wave-trains in a thin sheet flow of rain-water are called "Rain wave-trains". These wave-trains are rollwaves with wave-height of several times the mean water depth and it is said that they relate with soil erosion closely, but the researches on such wave-trains are few and not sufficient.

In this paper the hydraulic properties of these wave-trains are studied theoretically and experimentally. At first, a criterion for instability of wave-trains is determined, and then various properties of wave-trains, i. e. period, wave-length and wave-velocity etc. are ascertained by using oscillograph and recording wave-profile. Therefore, a foothold necessary to study the relations between soil erosion and properties of wave-trains are obtained.

### 1. 概説

急な斜面や水路内を薄層をなして流れる水を注意深く観察すると、常に一様に流れるのではなく、2%以上の勾配と適当な水深をもつており、殆んど一様な波長で下流に向つて移動する小さい波の列が見られる。例えば強雨の際の地面流が相当の水深をもつて急斜面上を流れているとき、あるいは路面や甲板などを水を流して洗つているときなどに、屢々この現象が見られる。前者の場合のように降雨によつて生ずる波列はとくに雨水波列とよばれている。

いま波列を考えないで斜面上の流れを考えると、例えば如何に激しい雨が降つても地面流水の水深は一般に数 mm~数 cm 程度であるから、このような一様な流れの流速や浸蝕力などはそれ程大きいとは考えられない。然るに斜面では相当の土壌浸蝕が行われ、又洪水時には山腹から相当大きな石などが流水路に運ばれ

\* 昭 25. 5. 27, 土木学会第 6 回年次学術講演会にて講演  
 \*\* 京都大学教授  
 \*\*\* 同講師  
 \*\*\*\* 同大学院特別研究生