

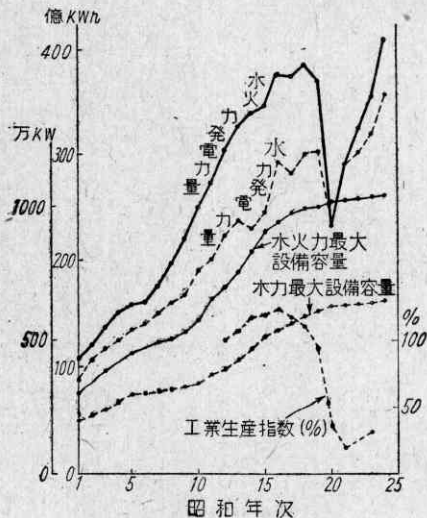
1. 本邦エネルギー源としての水力

本邦のエネルギー資源として水力は現在どんな地位を占めているであろうか。いまころみに本邦で1ヶ年間に消費される水力電気、石炭、薪、石油、木炭、亜炭のおおの熱量の概数をそれらの總和を100%とする比率で表わしてみると第1表のようになる。すなわち戦

第1表 本邦各種資源の年間消費量(換算熱量)の比率

年次	水力 (%)	石炭 (%)	薪 (%)	石油 (%)	木炭 (%)	亜炭 (%)	總熱量 (kcal)
昭和11	18	61	9	8	4	0.1	$4.5 \times 10^{14}$
17	22	63	8	3	3	1	$5.8 \times 10^{14}$
21	45	38	8	2	4	3	$2.9 \times 10^{14}$
23	38	48	5	4	3	2	$4.1 \times 10^{14}$

前には、總量の約20%を水力でまたおよそ60%を石炭でまかなっていたのであるが、終戦直後はこれが水力



第1圖 水力および火力の變遷(自家用を含む)  
(戦災における火力の出力減退を考慮せず)

# 本邦の水力

福 田 節 雄

約45% また石炭およそ40%となり、石炭その他非常な生産低下を水力で補つてその間を切り抜けてきたことが如實に現われている。これは水力施設だけでなく送配電設備が幸にもほとんど戦災をうけず、第1圖の統計も示すように、休戦直後もその需用が起るとともにこれに應じて戦前に劣らぬ水力を生産し得たからである。今となつては、この水力施設は文字通りわれわれの生活を支えている大きな遺産である。

終戦後一般生産の回復はかばかしくない中であつて、水力はその生産量はすでに戦前を上廻り、その總量においては、第2表のように、世界で5位を占めている。しかしこれを人口1人當りの量にしてみれば、同表の示すように、かなり低位にあり、他方これとにらみ合すべき石炭の1人當り生出量に至つては非常に少ない。したがつて今後われわれの生活の向上を圖るには、水力の増強より他に手がない。というのは他の資源がいずれも貧弱なのにかかわらず水力だけは非常に豊富とはいえないまでもかなりの量がまだ残されているからである。

第2表 各國の發生電力概數(1949)

國名	發生電力量 (推定, 億 kWh)	人口 (推定, 人)	人口1人當り發生電力量 (kWh/年) ●	人口1人當り石炭生産量 (t/年)
アメリカ	3,400*	億 1,4700	2,300	4.3
ソ 聯	600	2,1100	290	0.9
英 本 國	470	5500	940	5.1
カ ナ ダ	470	1300	3,600	11.0
日 本	360*	8200	440	0.4
ド イ ツ (ソ聯地帯のぞく)	360	4511	800	2.1
フ ラ ン ス	280	4100	680	1.2
イ タ リ ー	230	4610	500	—
ス ェー デ ン	140	690	2,000	—
ノールウェー	120	290	4,200	—
イ ン ド	41	3,4000	12	0.06

備考： 發生電力量は水力および火力をふくむ  
\*印は自家用をふくむ  
●國外輸出分を考慮せず

ところでこのような資源情勢の下にあつてわれわれは今後の電力の復興擴充についてどう進もうとしているか。これには最近に經濟安定本部がたてたいわゆる經濟復興5ヶ年計畫案とその後に公表されたストライク調査團の報告が重要な資料となる。これらは第3表のようなものである。この目標を達するためたてられた電力5

第3表 經濟復興5ヶ年計畫の中より

	昭和24年初 (計畫開始時)	昭和28年度 (計畫完成目標年度)	
		經濟安定 本部案	ストライク 報告
發電電力量 (含自家用) (億 kWh/年)	356	454	481
同上人口1人當り (kWh/年)	438	518	560
石炭生産量 (萬トン/年)	3490	5000	5500
同上人口1人當り (トン/年)	0.55	0.57	0.64

第4表 電力5ヶ年計畫(含自家用)

		昭和24年 (計畫開始 年度)	5ヶ年中 の増加	昭和28年度 (計畫完成 目標年度)
水	地-點數	1422	87	1509
	設備出力 (万 kW)	645.1	126.4	771.5
	常時尖頭出力 (万 kW)	414.1	118.2	532.3
力	年發電電力量 (億 kWh)	—	47+	—
	地-點數	—	14	—
火力	可能出力 (万 kW)	167.3	46.3*	213.6

●電氣事業用だけでは 115.1 萬 kW  
 \* 既設々備の増加, 新設および備式感止の差引値  
 + 外に既設々備による増加 16 億 kWh あり

第5表 本邦の包藏水力と既開發水力(昭和25年3月末現在)

水 力 地 域	全 包 藏 水 力			既 開 發 水 力		
	最大出力 (万 kW)	常時出力 (万 kW)	常時出力 (%) 最大出力	最大出力 (万 kW)	常時出力 (万 kW)	既開發水力 (%) 全包藏水力 (最大出力にて)
北海道	125.5	66.0	52.5	28.5	12.7	22.7
東北	409.6	204.5	50.0	88.0	39.8	21.5
關東	241.0	136.9	56.8	82.5	42.6	34.2
信越	345.9	174.9	50.5	152.4	74.0	44.0
北陸	182.8	72.0	39.4	89.9	31.8	49.2
東海	307.7	154.4	50.2	89.1	33.9	29.0
近畿	77.2	29.7	38.4	17.6	8.3	22.8
中國	107.6	46.9	43.4	31.2	11.1	29.0
四國	89.6	31.9	35.8	24.1	7.3	27.1
九州	117.6	59.9	50.9	53.5	21.4	45.5
全 國	2004.0	977.2	48.8	656.6	282.9	32.8

備考: 水路式では平水量乃至觀水量をまたダム式では2ヶ月水量を標準とする。既開發は300kW未満をのぞく。できるだけ貯水池を設ける。(資源廳電力局資料による)

ヶ年計畫は第4表の如くであつた。この中昭和24年中にGHQにより認證されたものは水力地點數38, 設備出力約115萬kW, 火力地點數7, 設備出力約20萬kW, 水火力計およそ135萬kW位であるが, 資金資材の關係からこれをただちにその全部を一舉に着工することは困難で, 例えばこの中水力約45萬kW 火力およそ20萬kW, 水火力計65萬kWが着工に至りつつある。

それでは, 本邦の包藏水力はどの位あるかということになるが, 現在では或は2,000萬kWといひ或は6,000萬kWといわれている。これらの數値には大分の開きがある。これは水力調査がまだ十分になしつくされているとはいえないことにもよるが, 他方, 水力といつてもそれは經濟的にもまた技術的にも開發し得るものでなければ無意味なわけであるから, 現在どこまでは經濟, 技術の兩面から可能であるか或は妥當であるかという見解の相違にもよるのである。したがつて時代とともに技術が進み經濟が變れば自ら増加してくるはずのものである。しかしおよその桁値は上の數字から推定し得る。いま資源廳電力局の資料によつて見ると第5表の如くである。これによると, 現在, 本邦の全包藏水力は, 最大出力で2,000萬kW, 常時出力で1,000萬kWというところで, その約30%が開發されているが, およそ70%はまだ残されている。この包藏水力は, 米國の5,000萬kW乃至1億kW, カナダの3,500萬kW, インドの2,500萬kW, ノルウェーの2,000萬kW, フランスの900萬kW, イタリアの900萬kW, スウェーデンの900萬kW, チリーの800萬kW等と傳えられているものに比較すると世界でも水力にはめぐまれた方といわねばならない。とくに國土が狭いことと他の埋藏資源の少ないことを考え合すとこの感が深い。

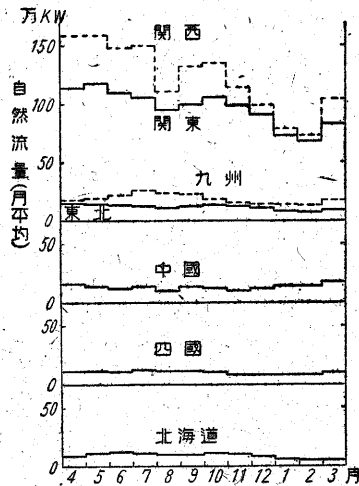
こころみに現在の既開發分で年間に生産している水力

の約320億kWh(1949)を, 假りに, 英國のようにほとんど水力がなくて, その全部を火力によつて發電しなくてはならないとすると, 現在の米國におけるような高い平均熱効率(石炭0.56kg/kWh)を以てしても, 良質の石炭を年間約2,000萬噸トンも要することとなる。本邦の石炭の生産高は大戦直前の最盛期でも年間5,000萬噸トン前後であり最近では良否とりませ4,000萬噸トンに足らずであることを思うと, この水力資源がどんなに貴重なものであるかがわかる。しかもこれにはいわゆる循環資源であつて永久につぎることがない。

2. 本邦の水力の性格

まず水力の地域分布を第5表によつ

て見ると、包蔵水力もまた既開發水力もいずれも本北、關東、中部の地域に集中しており、北海道、中國、四國、九州は水力にめぐまれていない。そのためこれらの地域では第 6 表から見られるように、消費電力のかかなりの部分を火力に依存しており、現在では火力に比して原價の安い水力の恩恵をこうむり難い。すなわち國として何らかの調整を行わないとすれば、これらの地方では少くともこの當分の間は電力料金が關東、信越、關西等に比して非常に高くなるを得ない。これはいわゆる電力における地域差の問題である。このように水力が國土の一部に偏在することは、水力の性質上、自然のことであつて、これは敢て日本にかぎつたことではない。例えば、アメリカにしても、1949 年の統計によると、既開發水力設備の容量約 1,639 萬 kW のおよそ 32% はワシントン、オレゴン、カリフォルニアの大太平洋岸の 3 州に集中しており、また年間全發生電力量水火力の合計 2,900 億 kWh 餘(除自家用)の約 42% をも發生している中部大太平洋岸と東北中央部の兩工業地域もその保有する水力の設備容量は全米のそれのおよそ 14% に過ぎ

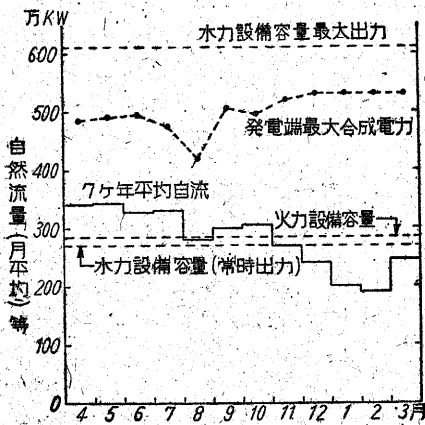


第 3 圖 地域別 7 ヶ年平均

第 6 表 本邦地域別電氣事業用發電電力里の火力依存度

地域	總發電電力量 (億 kWh/年)		火力による發電電力量 (%) 總發電電力量	
	1944(昭19)	1949(昭24)	1944(昭19)	1949(昭24)
北海道	9.76	14.43	4.7	20.0
東北	18.70	22.94	0.2	~0
關東	107.00	112.53	2.5	1.2
關西	120.36	135.41	12.6	6.4
中國	20.24	20.38	34.9	21.3
四國	12.99	13.32	23.1	8.0
九州	42.33	44.37	49.3	36.8
全國	331.38	360.42	14.8	9.6

(昭和 25 年 3 月末現在、資源廳電力局資料より算定)



第 2 圖 全國 7 ヶ年平均自然流量(事業用)及び全國火力設備容量と最大需用電力

(設備出力はいずれも昭和 24 年 12 月末現在、最大需用は昭和 24 年各月第 3 水曜日合成發電端電力)

ないのである。この大きな差分は火力によつている。また少し極端な例としてはスウェーデンをあげることもできる。この國では水力の約 85% は國の北部の北極圏の内外にあるに反し、そのおよそ 85% は國の南端に近い處で消費され、その間 1,000 km 前後の隔りがある。この國は石炭も油もないので、この食違いを長距離送電の技術によつて解決しつつある。これらに對し、本邦では、1949 年では、全國の總年間消費電力量約 250 億 kWh (除自家用)の約 60% を消費している關東、北陸、中部および關西の本州中央部は同時に本邦の全水力の設備容量約 610 萬 kW (除自家用)のおよそ 65% を占めており、その發電端より需用端までの距離も大部分は 300 km 以内におさまつている。このように、本邦は世界ではむしろ水力地帯と需用地域とが重なり合つている方といわねばならぬ。ただ本邦では水力の不足を補うべき火力については、燃料の産出は貧しく、その設備の戰災復興はまだ十分でなく、しかもその蒸汽發生設備はすでに舊式化している。他方、現階段では、電力經濟は戰災をまぬかれた水力またその送電の設備という大きな遺産を極言すれば食い潰しながら支えられているような状況である。そこでこの比較的に僅かな地域差も非常にこたえるのである。しかし積極的なまた自信ある見通しの上にならば、これらの問題も本邦の經濟が常道に復するにつれ次第に軽減されて行くと考えられるであろう。

次に水力の季節的變化の問題であるが、本邦の水力は地勢および氣象の關係から季節的變化が比較的に大きく、地域により異なるが、全國平均でいえば、平水量および豐水量の渴水量に對する倍數はそれぞれ 2.4 および 3.8 位になつている。全國および各地域別に自來の月別變化の過去 7 ヶ年程の平均を圖示すると第 3 および 4 圖の如くである。すなわちその豐水水期は、本州中部で 4、

第7表 7ヶ年平均自流（月平均出力）の最小と最大との比

地域（日發給電）	北海道	東北	關東	關西	中國	四國	九州	全國
自流（月平均出力）の 最小となる月（万 kW）	3月 (5.2)	2月 (6.9)	2月 (68.2)	2月 (73.4)	8,11 (10.1)	12月 (6.7)	2月 (13.1)	2月 (188.5)
自流（月平均出力）の 最大となる月（万 kW）	6 (11.9)	4 (14.7)	5 (118.3)	4,5 (159.3)	3 (17.4)	7 (11.6)	7 (25.9)	5 (347.1)
自流（月平均出力）最小値（%）	44	47	58	46	58	58	51	54
自流（月平均出力）最大値								

自流出力は昭和 24 年以前 7 ヶ年間平均

〜5月、九州で7〜9月でその間に多少のずれがあるが、最渇水期は大部分は1〜2月の候である。そして自流の月平均出力の最小と最大との比は第7表のように、その値は1:2前後におよんでいる。ところで水力を残りなく利用するには、ダム式発電によるか、水路式によるとしてもその施設を平水量とか豊水量とかを基準にして定めたいわけで、事實、本邦 発電所が渇水量の何倍の水量を基準にして設計してきたかという、その平均倍数は第8表の如くであつて、今次大戦まではずつと漸増し続け、4.0倍位にも達していたのである。そこで現在、本邦の全國の事業用水力の設備容量は600萬kW餘であるが、そのうち自流発電によるものの月平均可能出力は、第2圖からもみられるように、過去7ヶ年平均に等しい出水のある平水年においても、豊水の月で約340萬kW、渇水の月には約190萬kWに落ちる。これを貯水池、

第8表 本邦水力の使用水量の  
渇水量に對す平均倍數

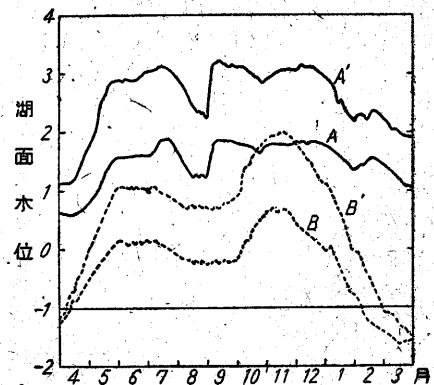
年次	明44	大4	大8	大12	昭2	昭6	昭10	昭14	昭18	昭18
倍數	1.1	1.3	1.7	1.8	2.1	2.6	2.8	3.3	4.2	3.0

調整池の放流等によつて補つても、結局、可能出力は豊水期510萬kW、渇水期270萬kW位である。豊水期においても設備容量600萬kWを出し得ないのは、地域的の出水不同、施設の定期的修理點檢、渇水補給用水力発電所の運轉停止等のためである。これに對し需用の方は、昭和24年の例では、發電端で最大550萬kW、需用端で380萬kW位であるから、差引渇水月には出力で280萬kW位を補給しなければならぬ。現在火力の方は、その設備出力は一應400萬kW程度となつてはいるが、戦災復舊の未了、設備の朽老化、故障による停止等のため、實際の可能出力は150萬kW位であるので、これを以て補給してもなお發電端でおよそ130萬kW、需用端では損失と雑用の約33%を差引いた約85萬kW不足する。このため自流の減少する渇水月には今のところ電力の一部使用制限を行わざるを得ない。もつともこれは平水年の渇水月における平均の需給關係であつて、2,3月の渇水期中においても、年によりまた日により、自流が異常に減少して事柄がさらに悪化したり或は自流が意外に増して豊水期のような狀況を呈するこ

ともある。

このように自流の月變化或は日變化をならし、また豊水時の無効放流をなくして水力の残らない利用を圖るとともに他面發電所の利用率を高めるに貯水発電が必要となる。またこれによつて渇水時の火力補給量を少くして石炭の節約もできる。これには天然湖沼がダムによる人工湖かに依らねばならぬが、本邦ですでに利用をされている主な天然湖沼でその1回の放流により下流發電所によつて發生し得る電力量で貯水能力を表わすとその總計はおよそ9億5千萬kWhである。これに人工湖の貯水能力約3億kWh餘を加えて、本邦の全貯水能力は、この表し方で、13億kWh位となる。これは1949の本邦の水力による事業用年間發電電力量の約4%また火力による事業用年間發電電力量の40%に近い。これは本邦の現在の火力發電熱効率の下では年に良質石炭をおよそ110萬噸を生んでいることに相當する。今後は水力発電の重心を貯水発電におくべしとは現在の各方面の要望であつて、種々の積極的な計畫がなされているのである。

こゝに注意を要するのは、この貯水能力も地域的に偏つていることである。本邦の全貯水能力の大約80%は關東以北にあつて、關西、中國、九州等は間接的にはともかく直接的にはこの恩恵をうけられない。これに反し關東は猪苗代およびその上流3湖という一大貯水池を利用できるので渇水期における電力の需給關係は關西、中國、九州等に比して非常によいのである。第4圖は猪苗

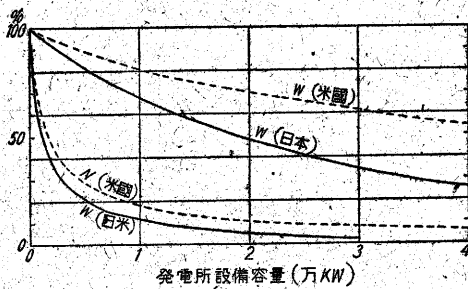


第4圖 猪苗代湖水面水位及び換算水位の變化

A=湖水面位、A'=換算水位…昭和24年度  
B=湖水面位、B'=換算水位…昭和18年度



代湖の貯水および放流に伴う湖面水位の變化を示すものであるが、圖示のように、4 月以降の豊水期に貯水し、7、8 月の小渇水を補いつつ、9 月から 11 月の間に再満水させて、これを 1 月から 3 月までの間に順次放流して渇水期の自流減退を補うのである。同圖で換算水位と記してあるものは同湖の上流側にある檜原湖、小野川湖および秋元湖の貯水能力を猪苗代湖のそれに換算し加えたときの猪苗代湖の假想水位を意味する。その結果關東地域においては、渇水期にはこれにさらに火力補給を行つて、本州中部の 50~60 兩用發電所を 60 運轉に切り替えて關西方面に送電し、いわゆる關西への地帯間融通を行うことも多いのである。



第 5 圖 N: 設備容量が横軸値を超過する發電所数の全發電所数に對する比率(%)  
 W: 設備容量が横軸値を超過する發電所の總容量の全發電所の總容量に對する比率(%)

日本は電氣事業用水力發電所に對するもの (1949 末)  
 米國は民間事業者の水力發電所に對するもの (1948 末)

次に水力の單位大きさのことであるが、本邦の水力は何れかといえば比較的出力の小さいものが多數に散在している形である。米國のものと比較するのは必しも適當ではないが、こころみにこの比較を行つてみると第 9 表および第 5 圖のようになる。すなわち水力發電所の平均設備容量もまた設備容量 1kW 當りの平均年間發電

第 9 表 事業用水力發電所の平均設備容量と單位容量當り平均發生電力量 (1949 末)

國、名	水力發電所数	總設備容量 (万 kW)	總年間發生電力量 (億 kWh)	平均設備容量 (kW)	平均 1 發電所當り年間發生電力量 (kWh)	設備容量 1kW 當り平均年間發生電力量 (kWh)
日本	1,422	647.3*	327.8	4,560	2,310	5,060
米、國	1,471	1,639.2	892.6	11,150	6,070	5,450

\* 最大認可出力

第 10 表 各國電力の水力への依存度合 (概數)

	ノールウェー	スイス	カナダ	イタリー	スウェーデン	日本	フランス	インド	アメリカ	イギリス	ベルギー
水力發電電力量 / 總發電電力量 (%)	100	99	97	94	93	88*	56	54	31	3	1
水力發電設備容量 / 總發電設備容量 (%)	100	95	—	83	77	62	47	37	29	~0	1

備考 1947 乃至 1948 年の統計による。\*特に 1949 年の實績による。

方も米國の大約 1/3 である。このように單位の小さいことは自ら設備 1kW 當りの従員數、運轉費、建設費また發生 1kWh 當りの損失も増す方向となり、米國におけるよりは運営上不利なこととなる。もつとも事故による發電所全停止の際の出力減退は平均として少なくてすむというような消極的な利點もないことはない。今後の水力の開発についてもこの傾向はあまり變らぬとすれば、この點からも發電所の運轉方式建設方法さらには送電方式についても考慮が必要であらう。

### 3. 火力との關係

本邦は古くからいわゆる水主火従の國であり、例えば發生電力量における水力の全量に對する比率からみると、第 10 表の示すように、世界でもノールウェー、スイス、カナダ、イタリー、スウェーデンに次いでの水主國である。すなわち水力による發生電力量の全發生電力量に對する比率は、昭年初頭より多少の増減はあつたが、終戦後の特別の場合をのぞけば、73% から 87% の間を前後している。地域的にみれば、例えば九州のように、年間ベース負荷用の火力發電を行わなければならぬところもあるが、日本全體としてみれば、火力は水力に對する補給用の立場にある。

とこで、包藏水力をこの上とも十分活用するには、貯水式發電を如何に普及さすとしてもそれには自ら限度があるから、どうしてもある程度の補給用火力は必要である。しかし本邦の資源狀況からみてこの補給火力も極力節約したい。それで今後の水力開發の計畫においても、水路式では使用水量と渇水量との比をあまり高く取らないで調整池を活用し、またできるだけダム式發電によつて河川の貯水池化を圖るという方針が取られている。しかしこの貯水式發電所の建設には資材も資金も多量に要したその工期も長いから、本邦の現状からして實際問題としてはそう急にはこれが多數の實現を期待できぬ。一方ここしばらくは電力の不足とくにその渇水期におけ

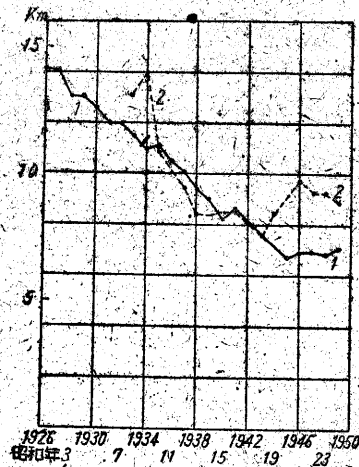
るはなほだしい不足とそれによる電力使用制限はまぬがれ難い。そこで應急的には工期が短かく建設費も資材も水力の1/2くらいで済む火力をも擴充して、この苦境を切り抜けてゆくという對策も必要になる。假りにこのような急場の問題を抜きにしても、本邦の火力とくにその蒸気發生設備はすでに老朽化したまた舊式化しており、このままのもので將來永く擴大しゆく水力補給に應じさせるのは必しも良策ではない。ここにこの火力の若返りとか新式との交代の意味からも、火力に對しても積極的な處置が必要となる。そうしてもかぎられた資金資材をこの當分の間これを水力火力に如何に振り分けてゆくのが最も適切であるかについては十分な配慮が望ましい。もし、ベース負荷用として建設したものを火力開發が急速に進んだ結果これを補給用に轉用してゆくというようなことになればこれは幸いであろう。

4. 送配電との関連

水力の開發擴充には當然それに相應するだけの送配電また變電の施設の増設が伴わねばならぬ。本邦の過去の水力開發の歴史を顧ると、昭和初頭から大戦直前までの間水力の開發に比し送電施設の擴充が不十分でこゝに跛行状態をかもした。そのために現在では、例えば本州中部から名古屋、大阪方面への送電線路の送電容量ははなはだしく不足しており、線路はその極限まで負荷されるので、送電の安定が破れ大阪方面の全停電をきたしたようなことも少くない。

こゝろみに、最近までの本邦の事業用水力の設備容量1,000 kW 當りの送電線路の互長 km 數および事業用水火力の發生電力量 100 萬 kWh 當り配電線(高壓および低壓)の互長 km 數の各年變化を曲線に示してみると、第6圖のようになる。すなわち前者は昭和の初頭より減少し續けており、水力が次々と擴充されたのにかかわらず送電線路は増設されなかつたことがわかる。昭和20年以降この減少が止つたのは送電線路の増設が行われたためではなくその年以降敗戦の影響で水力の新設がほとんど止つたためである。同様に配電線互長 km/kWh も減少して續けている。これも昭和20年以後になつて増加したのはやはり配電線の増設されたためではなく休戦後しばらく發生電力量が急減したためである。この減少の度合は送配電技術の向上を考慮に入れても少し大き過ぎる。

しかしこのように送電および配電の施設がつかまつているとどうしても送配電中の電力損失が大きくなることをまぬがれない。事業用の發電電力量から需用電力量を差引いたものを損失(したがつて事業者の使用分および揮用分がふくまれるが)として、これの發生量に對する損失率を出してみると、これは今次大戦の初頭頃は20%位にもなつたのであるが、終戦後はこれが35%から40



第6圖 1: 事業用水力設備容量 10<sup>3</sup> kW 當り送電線互長 km 數  
 2: 事業用水火力發電電力量 10<sup>6</sup> kWh 當り配電線互長 km 數  
 (ただし昭和18年以前は配電線は總延長互長を減した km 數)

%にもなつている。参考のために米國の損失率(ただし事業者使用分を控除して)を調べてみると、例えば1936年から1949年に至る間常に14%から12%位の間におさまつている。米國は火主水従の國であり、概して發電所は需用點に近く、したがつて送電損失が本邦より小さくなることは當然であるが、それにしても現在の本邦の損失率は大きい。いま假りに送配電施設の改善等により、この損失が10%だけ輕減されたとすれば、それによつて浮いてくる發生電力量は約38億 kWh であり、水力設備のおよそ60萬 kW に當る。こう考えてみると、今後の水力の擴充に當つては、送電配電施設の改善擴張を同時に行わないと非常に不經濟な結果となることを痛感せざるを得ない。

~~~~~  
 岡部金治郎著

應用電氣學

A5版 190頁 定價180圓 千20圓

~~~~~  
 山田貞吉著

電氣用有機材料

A5版 400頁 定價500圓 千35圓

~~~~~ 誠文堂新光社發行 ~~~~~