

## 5. 堰堤工事施行中の河流の性狀の變化とそれが水棲動物に及ぼす影響の調査<sup>1)</sup>

### 1. 木曾川と發電事業

現在（昭和13年11月）におけるわが國の發電所は合計1,203個所、その發電量は4,333,318 kw に達している。木曾川發電事業は、その中で日本第一を誇り、既設設備による發電量 240,600 kw、計畫中のもの 254,530 kw、計 495,130 kw に達している。現在計畫中で、玉滝川水系にあるものは次のようになっている。

三浦	8,200kw	常盤	13,400kw
滝越	16,300kw	計	99,600kw
御岳	61,700kw		

### 2. 發電施設に伴う河流の性狀の變化と水棲動物

發電施設を大別すれば

堰堤式

水路式

混合式

に分れる。今ここで取り上げている工事は堰堤式であるが、その工事の結果は堰堤の上手は止水となり、下手においては流水量の減少を来す。従て当然この変化の影響が水棲動物に及んでくることが考えられる。更に発

1) 1942年1月16日京大動物学教室第2講座談話会講演。

電施設に伴う河流の形状の変化がある。それが水棲動物に及ぼす影響も当然考えられてくる訳である。

#### (a) 河流の性状変化

王滝川を遡つてみると、その水が非常に濁っているのに気付く水際の石は泥できたなくよごれている。そうして上流へ行くに従つて濁りは甚だしくなり、その水をかいで見るとふんとセメントの臭いがするのである。水際の泥の量も多くなつてくる。

三浦堰堤工事附近を行くと、工事場の少し上手の撰別工場とコンクリート混合工事場とがとなりあつている。撰別工場からの排水は褐色をしており、後者からの排水は灰色でセメント臭が甚だしい。これらの排水が一つの溝をつくつて王滝川に流れこんでいる。この溝で調べた所では  $P_H$  9.8 より大、100g 中の沈澱物は約 5.5g であつた。

ここから上流の河水もまだ少し濁つているのであるが、しかしセメントの臭はしない。このあたりで流入する土浦沢は、澄明であり、 $P_H$  は 6.8 である。次いで本谷と五味沢との合流点にくるが本谷の水の方は澄明であるのに対して五味沢の方は濁つている。これは五味沢の少し上手で骨材が採集されており、撰別工場があるためであつた。本谷も五味沢もセメントの臭はしなかつた。

又堰堤の基部堀鑿中にはそのための泥水も流れこんでいた。堰堤にコンクリートを 1 ブロックづつ打上げ、それが固まるとその表面を叩いて傷つけ、水で洗う。次に打ち上げるブロックとの接触をよくするためである。この洗い水も河水中に流れこんでいるのである。

つまり堰堤工事施行中には基礎堀鑿、骨材採集とその撰別洗滌のための泥気を含んだ水、コンクリート混合工場からの、及びコンクリートブロッ

夕を洗つた後のセメントを含んだ水が河中に流れこんで河水をよどしている訳である。

これらの結果は

- (1) 泥水、セメント汚水の流入による流水の化学的性質の変貌
- (2) セメント汚水、泥の浮流による流水の物理的変貌
- (3) 河底にセメント及び泥が沈澱するための河床の状態の変貌が生じていると思われる。

(1), (2)については後に述べるとして、(3)の状態を述べると、私は先に川を早瀬、平瀬、淵、濕潤区 (hygropetric place) に分けた。泥の沈澱の仕方はこれら川の部分によつて異なつてゐるのである。

早瀬の石の表面には薄く泥がついてゐるが、その裏面には殆んどないといつてよい。これに対し淵、平瀬、川岸の石の表面には泥がたまり、2 mm ぐらいの厚さになつてゐる所もあつた。しかしこの場合でもその裏面、又重ね石になつてゐる時には下の方の石にはうんと少なくなつてゐる。濕潤 (hygropetric place) にも又泥が相当多くついてゐるのである。

(1), (2)については  $P_H$ 、溶在酸素定量と 100cc 中の泥土の量を測つた。 $P_H$  は 9.8 以上測定器具がなかつたので、これ以上の値を示す所では、その値を知ることができなかつた。水中浮遊の泥については、はじめその重量であらわすつもりであつたが、容量で示す方がよいらしいので、そうすることにしたが、思いの外微量で、メスシリンダーの細かい目盛のを要するので、まだ正確に測定していない。これについて、ことに水棲動物に対する影響ということをも求める際に一つ注意すべきことは、これらが時間的に変化することである。それは、これらが上述した作業に原因するものであるから、作業がいつもつづけて行われていないための時間的変化を示すこと

は当然考えられる。それ故、理想をいえば各場所での同時観測が相当長時間にわたつて行わなければならないことになる。

### (b) 流水変化の水棲動物に及ぼす影響

さて以上のような流水変化のため水棲動物はいかなる影響をうけているか、私はこの目的のために1941年の夏少しく精密に調査してみた\*。

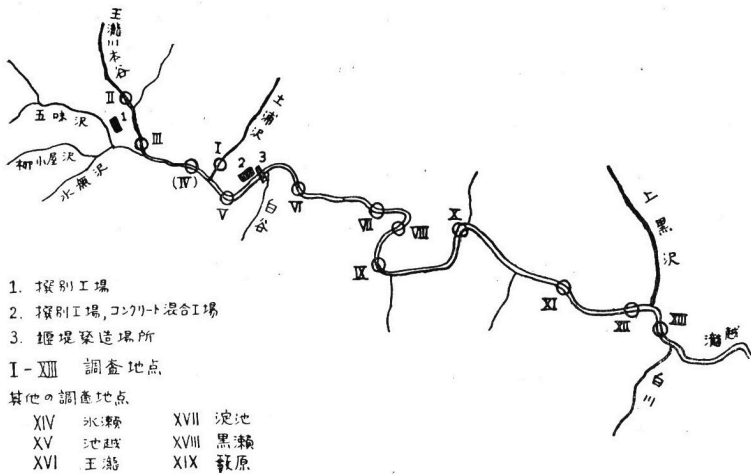
この目的に沿うためには、どうしても定量採集が行わなければならない。しかしながら調査すべき部分は、王滝川の流程中の峡谷部分であつて、最も採集困難な所であり、これに加うるに水が濁っているために、定面積一定時間採集などは到底行い得ない。それでやむを得ず一定時間(15分)採集で比較することにし、採集場所も早瀬を中心とする附近に限定することにした。早瀬附近を中心とした理由は、ここが一番棲息密度が高いからである。そこで棲息密度が小さい所では、その採集する場所の広さは広くなつてゐる訳である。この採集の後30分以上の一般採集を行つた。この結果が第1表である(140頁)。この表の内数字で示してあるのは15分採集の結果であり、十を以て示したのは一般採集の結果その動物が棲んでいることを知り得たものである。採集地点は地図に示した(第1図)。

なおこの種の調査は同時間調査を必要とするのだが、今年夏は雨の日が多く、水量が増加したため調査月日に相当の開きができた。\*\* 更に、この調査範囲が地域的に見て、同一 life zone 内にあるものであるかどうか問題となる。しかしこれらの問題は一応触れないことにしておく。

\* これまでにはあまり精密ではないが調査はしてきている。1938, 1939, 1941年の夏期調査等(王滝川の動物生態学的調査, I, II参照)。

\*\*

調査場所	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	K	X	XI	XII	XIII
調査月日	8.13	8.20	8.20	8.27	8.13	8.10	8.10	8.8	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9



第1図 調査地点

まづ各調査場所での種類数及び15分間採集個体数をみってみる(第1表)。

Station I, II, III は泥水もセメント汁も流れこまない場所であるが、これらを見ると St. II が他にくらべて種類数が少い。これはブユ1種(*Simulium* sp.C), ニンギョウトビケラ1種 (*Goera* sp.), ナガレトビケラ属 (*Rhyacophila* spp.), カワゲラ1種(*Perla* sp.) 等その個体数の非常に小さい種類が採集されていないためであつて、その個体数の比較的大きい水中棲アミカ類 (Submersed type Blepharocerids), ブユ類 (*Simulium* spp.), ヒラタカゲロウ類 (*Epeorus* spp.) 等では相違は見られないのである。

所が泥水が流入している St. IV になると、種類数も個体数も著しく減少している。そうして個体数の多かるべきブユ類 (*Simulium* spp.) が全く採集されていないのが注意をひくのである。またその個体数の最も多いものはフタバコカゲロウ (*Baëtiella japonica*) で、St. I, II, III よりも多く、全個体数の大部分を占めている。これは全体の個体数が少いために、

採集範囲が拡げられたためであろう。なおまたアミカ類が少数ではあるが採集されていることに注意して頂きたい。

St. Vになると、ブユ類はほんのわずかが採集されているだけであるが、水中棲アミカ類も相当採集されている。フタバコカゲロウも又多い。この場所の上手で土浦沢が流入しているのを注意しておく。

泥水及びセメントが流入した後のSt. VIにおいては6種50個体に減少してしまつている。種類はフタバコカゲロウ (*Baëtiella japonica*)、シロハラコカゲロウ (*Baëtis thermicus*)、ナミマダラカゲロウ (*Ephemerella trispina*)、マダラカゲロウ属1種 (*Ephemerella*, No. G)、キブネタニガフカゲロウ (*Ecdyonurus kibunensis*)、ブユ属1種 (*Simulium* sp.)であり、この中フタバコカゲロウが採集個体数の大半を占めている。なお今までの他の場所では大きな個体数を示した水中棲アミカ類、ブユ類、ヒラタカゲロウ類 (*Epeorus* sp.)は全く又は殆んど全く採集されていない。

St. VIIになるとフタバコカゲロウは唯1頭採集されたのみである。他の種類としては、ナミマダカゲロウ (*Ephemerella trispina*)、マダラカゲロウ属1種 (*Eph.* No. G)、シロハラコカゲロウ (*Baëtis thermicus*)、シマトビケラ属1種 (*Hydropsyche* sp.)及び *Pericoma* sp.である。なほ上記の中マダラカゲロウ属が個体数の大部分を占めていた。また *Pericoma* sp. はここまでに採集されなかつた種類であり、下流滝越にいたるまでどこにおいても採集されていない。このものの棲息場所は湿润区 (*Hygropetric place*)である。

St. VIII, IX, ……XIIIと下流になるに従て、種類数も個体数も増加してくる。個体数の大きなフタバコカゲロウ、水中棲アミカ類、ブユ属、ウエノヒラタカゲロウ (*Epeorus uénoi*)、キイロヒラタカゲロウ (*Ep. aes-*

culus) についてみると、先づフタバコカゲロウの数が増し、ヒラタカゲロウ属 (*Epeorus* spp.) が現われはじめる。次いで水中棲アミカ類が現われてくるが、ブユ属は遂に殆んど現われなくなってしまう。なおマダラカゲロウ属 (*Ephemerella* spp.) がどの採集地点でも常に相当多数が採集されていることは注目される。

以上を通覧すると、堰堤工事施行中に、泥水、セメントあく、及びその沈澱による河床の変化等による影響はこの調査に関する範囲では各動物にとつてちがつている。個体数の大きい動物だけを取り上げてみると

ブユ属 (*Simulium* spp.) > ニツボンア (*Deuterophlebia nipponica*)  
 ↑ ↓  
 ナガレユ (*Tanytarsus*)  
 スリカ属 (sp.)

水中棲ア (Submersed type) > ウエノヒラタカゲロウ (*Epeorus uénoi*)  
 ミカ類 (Blepharocerids) > キイロヒラタカゲロウ (*Ep. aesculus*)

> フタバコ (*Baëtiella japonica*) > { ナミマダラ (*Ephemerella trispina*)  
 カゲロウ (Eph.)  
 マダラカゲロウ 1種 (No. G.)

の順に影響を大きく受けているといえる(第2表)。

尙シマトビケラ属 *Hydropsyche* sp. は個体数が非常に小さいので問題とすることはできないと思われるが、しかし全体としての個体数の最も小さい St. VII にもいることを記しておく、ここでは1940年6月の調査では相当多数見られ、しかも最も工事の影響を大きくうけている場所にもマダラカゲロウ属 (*Ephemerella* sp.) とともに採集されているのである。

以上の各種類はマダラカゲロウ属 (*Ephemerella* spp.) を除けば、すべて早瀬の動物であつた。湿润区棲動物 (hygropetric animal) として、ヒ

第2表 各調査地点における主要昆虫群の個体数

Name	Station												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI		
Submersed-type Blepharocerids 水中棲アミカ類	31	122	175	23	39	0	1	0	0	4	6	35	
Simulium spp., アミカ 属	236	192	130	0	6	1	0	0	0	0	1	0	
Epeorus uenoi ウエノヒラタカダシロウ Ep. aesculus キイロヒラタカダシロウ	10	10	4	6	20	0	0	5	8	4	10	11	13
Baetisella japonica アハバコカダシロウ	55	100	110	249	48	40	1	17	31	46	73	85	63
Ephemera spp. アハカダシロウ 属	9	5	3	3	3	1	7	18	30	17	19	22	15
Deuterophlebia nipponica ニッポンアミカモドキ	1	10	5	2	7	0	0	0	0	0	0	0	+(1)
合計	374	464	469	297	168	50	11	30	75	71	120	139	148
泥の流入	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
セメントの流入	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Ph	7.0	6.8	6.8	6.8	7.0	9.8 <	9.8 <	9.8 <	9.0	9.8 <	7.2	7.6	9.2



メアミカ *Philorus vividis*, *Heptagenia* sp., *Pericoma* sp., *Stactobia* sp. が採集されている。この中、小数の *Stactobia* sp. 及び *Pericoma* sp. を除いた残りについて、工事からうけた影響の程度は、ヒメアミカ (*Philorus vividis*) > タマガワカゲロウモドキ 1種 (*Heptagenia* sp.) であつた。 *Stactobia* sp. は、I, X, XII, XIII で採集されている点からみて、大体ヒメアミカ *Philorus vividis* と同じ程度の影響をうけるものではないかと思われる。 *Pericoma* sp. については、これは全体的に見ても影響を多くうけている St. VII (種類数7, 全個体数11) にのみ採集されているので、特異な性質のものではないかと思われる。尤も王滝川の他の部分では普通の湿潤区 (hygroetric place) で採集されている点からみて、すぐにそう結論するのは一先づ留保しておきたい。またその棲息場所から考えて相当影響をうけていてもよいと思われたエルモンヒラタカゲロウ (*Epeorus latifolium*,) キブネタマガワカゲロウ (*Ecdyonurus kibunensis*) がそれほど影響をうけていなかったことは、注意すべきことと思う。またカワゲラ属 (*Perla* spp.) については、個体数が少ないためにはつきりとはいえないが、川岸にある拔殻の分布からみると比較的影嚢をうけない方ではないかと思われる。しかしアミメカワゲラモドキ (*Isogenus* sp.) はこれに比べて影嚢を多くうけている模様で、その程度は水中棲アミカ類位らしい。

それならば、王滝川のどのあたりで、正常な状態になるであろうか。この場合には、各種類の life zone の問題がからみあつて簡単にはいえないけれども、今滝越及び下流の状態について見てみよう (第3, 4, 5表)。

第3表 本谷と滝越の動物相比較

	本谷	滝越	本谷に居り滝越に居ないもの	滝越に居り本谷に居ないもの
種類数	34	24	(1) シラキアミカ <b>Parablepharocera shirakii</b> ...7 ブユ属 (2) <b>Simulium</b> No. a... (3) <b>S.</b> No. b... (4) <b>S.</b> No. c... (5) <b>S.</b> No. d... (6) カワゲラ属 <b>Perla</b> sp. A ...+ (7) マダカラカゲロウ属 <b>Ephemerella</b> No. a...1 (8) コイズミトビケラ <b>Stenophylax koizumii</b> ...(+) (9) ナガレトビケラ属 <b>Rhyacphila</b> No. d...(+) (10) コエグリトビケラ属 <b>Apatania</b> sp. ...14 (11) ナガレユスリカ属 <b>Tanytarsus</b> sp. 1 ...(+) (12) <b>T.</b> sp. 2 ...(+) } 130	(1) イワトビケラ属 <b>Polycentropus</b> sp. ...+ (2) ナガレトビケラ属 <b>Rhyacphila</b> No. c ...2

第4表 王滝川下流各地点の比較

動物名	水瀬池	越	王滝	淀地	黒瀬	藪原	備考
シラキアミカ ( <b>Parablepharocera shirakii</b> )		1	-	-	-	-	
ニッポンアミカ ( <b>Blepharocera japonica</b> )		59					
カニアミカ ( <b>Neophath kanii</b> )		1					
ブユ a ( <b>Simulium</b> No. a)		-					
ブユ b ( <b>S.</b> No. b)		+	+				
ブユ c ( <b>S.</b> No. c)		-	+				
ブユ d ( <b>S.</b> No. d)							
カワゲラ属 ( <b>Perla</b> sp. A)							
マダラカゲロウ属 ( <b>Ephemerella</b> No. a)		-		+			滝越では脱殻を発見
<b>Stenophylax</b> sp.		-	-	-	-	-	

ナガレトビケラ属 ( <i>Rhyacophila</i> No. d)	+	-	-	-	-	-
コエグリトビケラ属 ( <i>Apatania</i> sp.)		-	-	-	-	-
ナガレユスリカ属 ( <i>Tanytarsus</i> sp. 1)		+	+	-	-	-
ナガレユスリカ ( <i>Tanytarsus</i> sp. 2)		+	+	-	-	-

上記の表の中、流域に在る可能性のあるものは、*Simulium* No. b, *S.* No. c, *Ephemerella* No. a, *Tanytarsus* sp. 1, *T.* sp. 2 であり、やや疑わしいのは *Simulium* No. d, 事実存在しないと思われるものは、*Simulium* No. a, *Stenophylax* sp., *Apatania* sp. である。

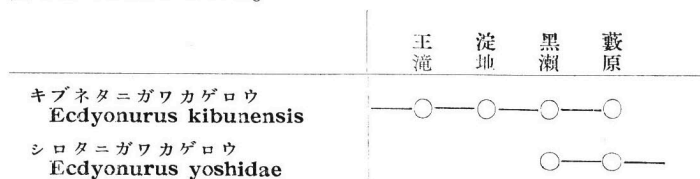
第5表 下流におけるブユ及び水中棲アミカ個体数

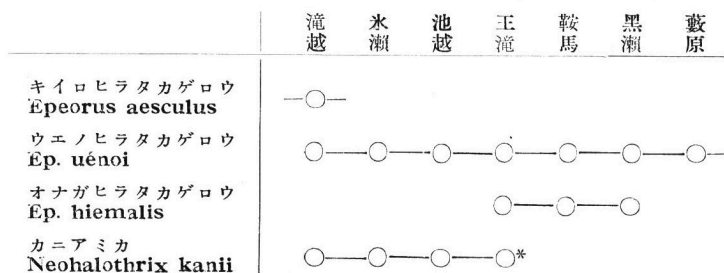
地名	ブユ属 <i>Simulium</i> spp.	水中棲アミカ類
氷瀬	0	31
池越	3	59
王滝	6	48
淀地	8	40
黒瀬	20	39
藪原	52	30

氷瀬・池越、王滝、淀地ではまだまだブユ属 (*Simulium* spp.) の個体数は小さいが、黒瀬一藪原になると普通よりは少し小さい程度の個体数になっている。ここから下流になると、黒沢に堰堤が竣工したために、水が殆んど流れておらず、調査不可能であつた。

分布帯 (Life zone) の問題

一つ一つの種類の存否を問題とする際には、それらの分布帯 (life zone) を考慮しなければならない。王滝川全体として、いくつか各種類の分布は第2図のようになっている。





\* 予備調査において幼虫1を見出す。

第2図 下流における各種昆虫の分布

以上堰堤工事施行中の河流の性状の変化とそれが水棲動物に及ぼす影響に関する観察についてのべたが、それではこれら水棲動物に見られた影響は、いかなる機構によるものであるか、これについては、影響をうけている動物の生活様式から推論に基いて精密な実験を行わなければならないであらう。

第 1 表 各 調 査 地 点 に お け る 各 種 昆 虫 類 個

種 名	I	II	III	(IV)	V	VI	VII
1. Deuterophlebia nipponica*	1 (L.)	10 (L.4)	5 (L.3+P.2)	2 (P.)	7 (L.3 P.4)		
2. Neohapalothrix kanii*	20 (L.18 P.2)	56 (L.50 P.6)	162(L.59+P.103)	15(L.4 P.11)	29 (L.24 P.5)		1 (L.)
3. Parablepharocera shirakii*	11 (L.6 P.5)	44 (L.) 18 (P.) 4 (L.)	7 (L.)	2 (L.) 3 (P.) 3 (L.)	10 (L.5 P.10)		
4. Blepharocera japonica*			6 (L.2+P.4)				
5. Philorus vividis**	+ (L.)	+ (L.)	+ (L.)	+ (L.P.)			
6. Simulium. a*	49 (P.) 154 (L.) 12 (P.)	33 (P.) 125 (L.) 32 (P.)	1 (P.) 109 (L.) 6 (P.)		1 (P.) 5 (L.)	+ (L.1)	
7. S. b*							
8. S. c*	3 (L.)		9 (L.8 P.1)				
9. S. d*	18(L.17 P.1)	2 (L.)	5 (L.4 P.1)				
10. Anthoca. a	1 (P.) 1 (L.)	2 (L.)	1 (P.) 4 (L.) 2 (P.)	+ (P.)	1 (P.) 3 (L.) 1 (P.)		
11. A. b							
12. Heptagyia sp.**	+	+	+ (L.)	+ (L.)			
13. Pericoma sp.**							+
14. Spaniotoma sp.	3 (L.)	+ (L.P.)	+ (L.P.)		5 (L.)		
15. Cardiocladius sp.	2 (L.)	+ (L.)	5 (L.)	4 (L.)	17 (L.13 P.4)		
16. Tanytarsus. a	+	+	+		+		
17. T. b	+	+	+		+		
18. Eriocera sp.					+		
19. Hydropsyche sp.	3 (L.)	2 (L.)	2 (L.1 P.1)				2 (L.1 P.1)
20. Stenopsyche sp.		2 (L.)					
21. Apatania sp.	3 (L.)	+ (P.)	14 (P.)		1 (P.)		
22. Glossosoma sp.	5 (L.3 P.2)	8 (L.2 P.6)	2 (P.)	1 (L.)	3 (L.2 P.1)		
23. Goera sp.	1 (P.)		5 (P.)	1 (P.)			
24. Rhyacophila a							
25. Rhy. b			2 (L.)				
26. Rhy. c							
27. Rhy. d			+ (L.)				
28. Polycentropus sp.							
29. Atomyiella japonica	+						
30. Stenophylax koizumii***	+	+	+				
31. Stactobia sp.**	+						
32. Epeorus aesculus*	7	3	1	2	11		
33. Ep. uenoi*	3	7	3	4	9		
34. Ep. curvatulus	1	+	2	3	1		
35. Ep. latifolium***	6	4	+	2	8		
36. Baetiella japonica*	55	100	110	249	48	40	1
37. Baetis thermicus	6	7	4	3	4	9	+
38. Ephemerella trispina	3	4	2	3	1	+	3
39. Eph. nG	5	1	+	+	1	1	4
40. Eph. na	1		1	+	1		
41. Paraleptophlebia sp.***					+		
42. Ameletus montanus							
43. Cinygna sp.***				+			
44. Ecdyonurus kibunensis***	+	+	+		+	+	
45. Perla a	+		+		1		
46. P. b	+						
Number of species (種数)	33 or 34	28 or 29	34	20	25 or 26	6	7
Number of individuals (個体数)	374	464	469	297	168	50	11

\* 早瀬, \*\* 濕潤区, \*\*\* 淵, 川岸; P.……蛹 L.……幼虫

査地点における各種昆虫類個体数 (15分採集)

V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
7 (L.3) P.4)								+ (P.1)
29 (L.24) P.5)		1 (L.)					2 (L.1) P.1)	14 (L.12) P.2)
10 (L.5) P.10)								
						4 (L.3) P.1)	4 (L.3) P.1)	21 (L.17) P.4)
					+ (L.P.)		+ (L.)	+ (L.)
1 (P.) 5 (L.)	+ (L.1)					1 (L.)	1 (L.)	
1 (P.) 3 (L.) 1 (P.)							2 (P.)	1 (P.) 2 (L.)
			+	+	+	+	+	+
		+						
5 (L.)				+	+ (L.P.)	1 (L.)	1 (L.)	2 (L.1) P.1)
17 (L.13) P.4)						3 (L.2) P.1)		15 (L.12) P.3)
+								
+								
+								
		2 (L.1) P.1)	+ (L.)					1 (P.) + (P.)
1 (P.)								
3 (L.2) P.1)							2 (P.)	1 (P.) 1 (P.)
				1 (L.)				
				1 (L.)			2 (L.)	1 (L.) 2 (L.)
			+					+
						+	+	+
11			5	7	4	9	9	10
9				1		1	2	3
1					1	1	+	+
8				2	1	4	+	4
48	40	1	17	31	46	73	85	63
4	9	+		2	2	4	7	2
1	+	3	4	5	6	3	4	10
1	1	4	13	24	11	16	18	5
1			1	1				
+								
			+					
+	+		+		+			+
1			+ (3)	+ (1)				
			+ (1)					
25 or 26	6	7	12	13	13	14	18	24 or 25
168	50	11	30	75	71	120	139	148