

豊平川を降下するサケ *Oncorhynchus keta* 稚魚の捕獲調査について

佐々木 北斗

はじめに

札幌の中心部を流れる豊平川において、札幌市豊平川さけ科学館(以下「さけ科学館」)は、毎年9月から翌年の1月にかけてサケ親魚の遡上と産卵の状況を確認する調査を実施している。2006年から2012年にかけておこなった回帰親魚の標識確認調査では、豊平川に遡上するサケの約7割が自然産卵由来の野生魚であることが分かり(有賀ほか2014)、その後野生魚の保全を目的として、2014年1月に札幌ワイルドサーモンプロジェクト(以下「SWSP」という市民活動が始まった。本調査は、回帰するサケの親魚だけではなく、豊平川を降下するサケ稚魚の生態や降下時の河川環境についても目を向けることで、野生魚保全に活かしていくことを目的としている。

【稚魚捕獲調査】

1. 調査地点

今までの産卵床調査の結果から、真駒内川から豊平川におけるサケの主な産卵域の下流端が環状北大橋(札幌市白石区菊水元町5条1丁目)付近であることは判明していたため、降下稚魚の全体数から極力ランダムで抽出できるよう、本調査の調査場所を環状北大橋付近とした。調査地点は図1に示す。

2. 調査方法

調査は、2016年の3月から7月(計13回)および2017年の3月から6月(計10回)まで、各年約10日間おきに実施した。捕獲道具は、タモ網(約30cm四方)を用いた(写真1)。日没の約1時間半後から約2時間、4分おきに1分間、川の表層に網を入れて上流から降下する稚魚が入るように保持し、網に入った稚魚の尾数を記録した。

3. 結果

稚魚の捕獲記録は、現地では努力量と捕獲数の合計のみ記載し、耳石温度標識の確認後、野生魚捕獲数、放流魚捕獲数、野生放流未判別個体捕獲数の3つに分けて記録した。CPUEの算出には時間内の捕獲データのみを使用し、野生魚率の算出には時間内と時間外合計のデータを使用した。それらを調査年ごとに分け、表1にまとめた。

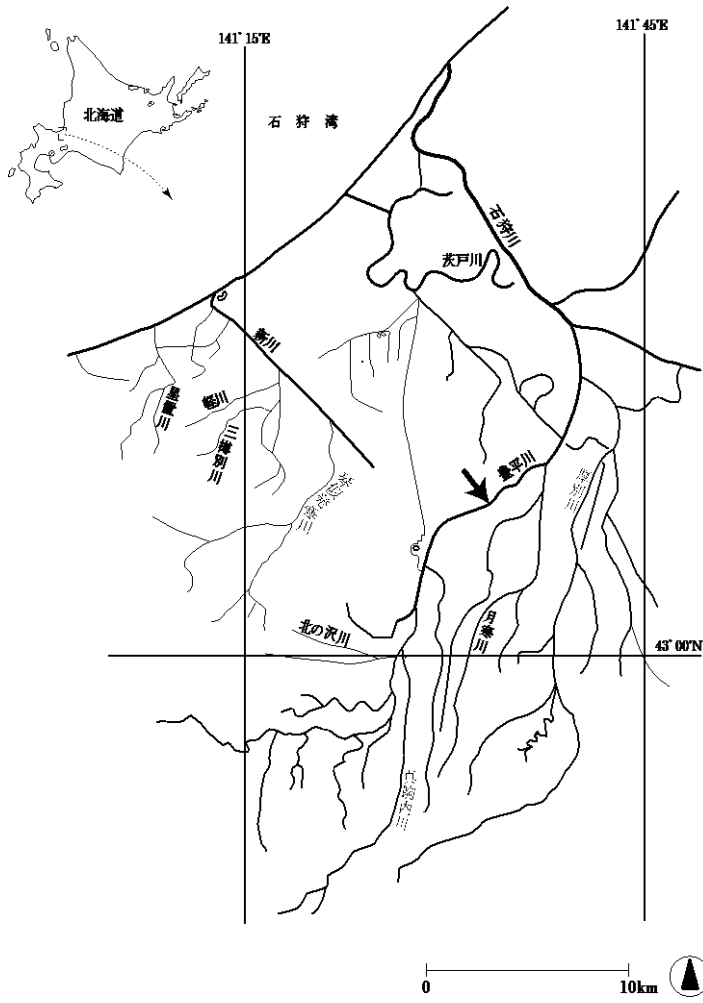


図1 稚魚調査地点_環状北大橋上流右岸



写真1 使用したタモ網

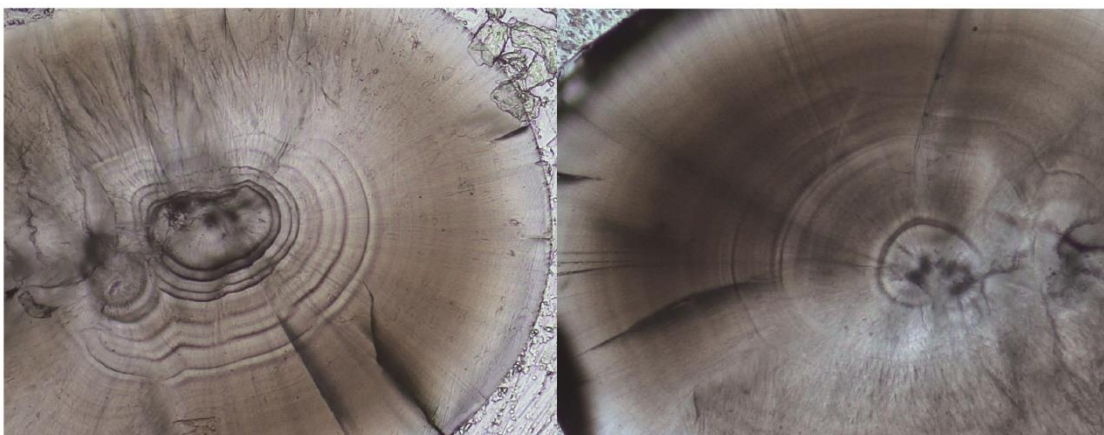


写真2 耳石の比較。放流魚の耳石(左)と野生魚の耳石(右)

～耳石温度標識について～

豊平川に放流している稚魚には耳石温度標識がつけられている。耳石温度標識とは、発眼卵の時に水温 10 度のふ化槽と水温 6 度の冷却槽とで卵を入れ替えることにより、耳石につく線状の標識であり、世界の各河川で採用されている標識の中に豊平川と同一パターンのものではないため、どこで捕獲されてもその由来を判別できる。豊平川に遡上してくるサケのうち、耳石に標識がつけられているものは放流魚、無標識のものは野生魚とされる（写真 2）。

～CPUE について～

CPUE（Catch Per Unit Effort）とは、単位努力量あたりの漁獲量のこと、本調査結果ではタモ網 1 本による 1 分間あたりのサケ稚魚捕獲尾数を指す。

○各項目について

- ①努力量：1 分間網を水中に入れ、捕獲を試みることを 1 努力量とする。
- ②捕獲数合計：野生魚捕獲数と放流魚捕獲数および野生放流未判別個体捕獲数の合計。
- ③野生魚捕獲数：無標識の稚魚の捕獲数。
- ④放流魚捕獲数：耳石温度標識（2-2H）を施標済みの稚魚の捕獲数。
- ⑤野生放流未判別個体捕獲数：耳石温度標識の有無を確認できず、野生魚と放流魚の判別不能な個体の捕獲数。
- ⑥野生魚率：捕獲したサンプルのうち、耳石温度標識がついていない個体の割合。
- ⑦捕獲稚魚の CPUE：各時間帯における捕獲稚魚全数の CPUE。
- ⑧野生魚 CPUE：各時間帯における野生稚魚の CPUE。
- ⑨放流魚 CPUE：各時間帯における放流稚魚の CPUE。
- ⑩調査環境：調査地点で計測した流速のほか、河川水位と河川流量（豊平川雁来水位観測所《国土交通省札幌開発建設部》におけるテレメータを参照）を調査回ごとに記録した。
流速を計測していない調査回については、各調査回に計測した流速とその時の河川水位をもとにした V-H 直線近似を採用し、算出した。
- ⑪濾水量（ m^3/s ）：流速（ m/s ） \times タモ網の間口の面積（ m^2 ）
※タモ網は約 30cm 四方のものを使用したため、間口の面積は約 0.1 m^2 とする。
- ⑫濾水率：濾水量 \div 河川流量
- ⑬推定降下数（尾 \div 分）：捕獲稚魚の CPUE \div 濾水率。野生魚と放流魚、野生放流未判別個体を合わせたものであり、濾水率による流量補正をしたもの。
- ⑭野生魚推定降下数（尾 \div 分）：1 分あたりの推定降下数（尾） \times 野生魚率
- ⑮放流魚推定降下数（尾 \div 分）：1 分あたりの推定降下数（尾） $-$ 野生魚推定降下数

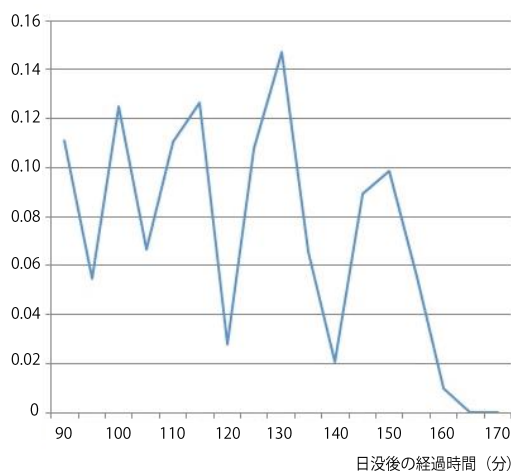
2016 年の調査で捕獲された野生稚魚（合計 216 尾）のうち、約 68%にあたる 147 尾が 3 月下旬から 4 月上旬の間で捕獲されたものだった。2017 年においても、捕獲された野生稚魚（合

計 184 尾) のうち約 55%にあたる 101 尾が同時期に捕獲された。この結果は、努力量を考慮していないものであるが、表 1 と 1 分あたりの推定降下数をまとめた図 2 において、CPUE および流量補正した推定降下数で比較しても、調査期間における野生稚魚の降下ピークは、2016 年と 2017 年ともに 3 月下旬から 4 月上旬にかけてである可能性が高い。放流稚魚については、そのほとんどが放流直後の調査でしか捕獲されず、ゴールデンウィークにさけ科学館で実施した放流イベントで放流した個体に至っては 1 尾も捕獲できていない (表 2)。

表 2 豊平川におけるサケ稚魚放流履歴

	放流日	放流場所	放流数(尾)	放流数合計(尾)
2016年	3月2日	平和大橋右岸	17,000	85,100
	4月15日	真駒内川当館横	11,300	
	4月21日	一条大橋左岸	3,000	
	4月23日	真駒内川当館横	8,400	
	4月26日	真駒内川当館横	1,000	
	4月28日	一条大橋左岸	3,000	
	5月3日	真駒内川当館横	3,400	
	5月4日	真駒内川当館横	19,000	
	5月5日	真駒内川当館横	19,000	
2017年	3月9日	平和大橋右岸	13,500	69,700
	4月13日	真駒内川当館横	3,300	
	4月14日	真駒内川当館横	1,000	
	4月22日	真駒内川当館横	3,000	
	4月25日	一条大橋左岸	3,000	
	5月3日	真駒内川当館横	3,000	
	5月4日	真駒内川当館横	19,000	
	5月5日	真駒内川当館横	19,000	
	5月6日	真駒内川当館横	4,900	

【2016年調査分】



【2017年調査分】

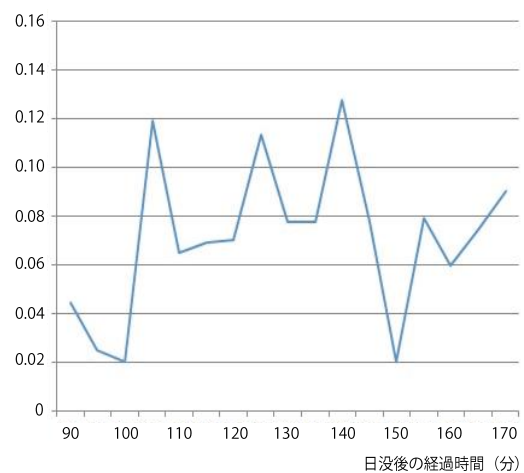


図 3 日没後の経過時間に伴う CPUE 推移_野生稚魚・放流稚魚合算

また、各調査回の捕獲稚魚の CPUE を日没後の経過時間で揃え、2016 年と 2017 年で比較したところ、その推移について共通する点は見つからず、関連性を見出すことはできなかった（図 3）。

4. 考察

豊平川における野生稚魚の降下ピークは、3 月下旬から 4 月上旬である可能性が高いことが示唆された。また、放流稚魚は放流直後しか捕獲できていないことから、放流後の河川滞留期間は短く、すぐに降下していることがうかがえる。ただし、毎年ゴールデンウィークに実施しているさけ科学館の放流イベントで放流した個体は、1 尾も捕獲できておらず、増水期の結果は過小評価となっている可能性が高いため、増水期における本調査の精度は低いと考えられる（表 3）。全体の傾向を考察するためには、新たな調査方法の確立が求められるものの、増水期におけるサケ稚魚の成育環境改善へのアプローチは難しいため、3 月下旬から 4 月上旬の水位が落ち着いている時期にどのようなことができるのか、河川管理者を交えながら考えていきたい。

表 3 稚魚捕獲調査時における豊平川の水位

調査回数	2016 年度 調査日	水位 (m)	2017 年度 調査日	水位 (m)
1	3 月 2 日	4.15	3 月 9 日	4.2
2	3 月 12 日	4.19	3 月 23 日	4.12
3	3 月 26 日	3.99	4 月 6 日	4.49
4	4 月 9 日	4.5	4 月 14 日	4.39
5	4 月 16 日	4.54	4 月 22 日	4.38
6	4 月 30 日	4.57	5 月 10 日	4.57
7	5 月 6 日	4.89	5 月 19 日	4.8
8	5 月 14 日	4.84	6 月 3 日	4.53
9	5 月 28 日	4.49	6 月 17 日	4.28
10	6 月 4 日	4.5	6 月 28 日	4.29
11	6 月 16 日	4.25		
12	6 月 23 日	4.28		
13	7 月 7 日	4.09		

【遊泳速度試験】

1. 調査方法

簡易型さけ稚魚遊泳力測定装置（北海道区水産研究所さけます資源研究部ふ化放流技術グループ所有）を使用し、野生稚魚と飼育中の放流稚魚（平均 0.39g 群、平均 0.69g 群、平均 1.19g 群）の計 4 グループの持続遊泳速度(cm/s)を 1 個体につき 2 回ずつ測定した(写真 3)。



写真 3 遊泳速度試験の様子

2. 結果

各個体 2 回の計測から速い方の持続遊泳速度を代表値として使用し、尾叉長と体重それぞれと遊泳速度との関係性をグラフに表した(図 4)。野生稚魚、放流稚魚ともに体サイズが大きいくほど遊泳能力が高く、同サイズで比較すると野生稚魚の方が高い遊泳能力を持つことが判明した。また、今回の遊泳能力試験に使用した放流適期の稚魚の平均サイズ（尾叉長約 46.7mm、体重 0.96g）と、豊平川を降下している野生稚魚の平均サイズを比較すると、放流稚魚の方が尾叉長で約 1.43 倍、体重で約 4.04 倍、肥満度で約 1.39 倍大きかった。

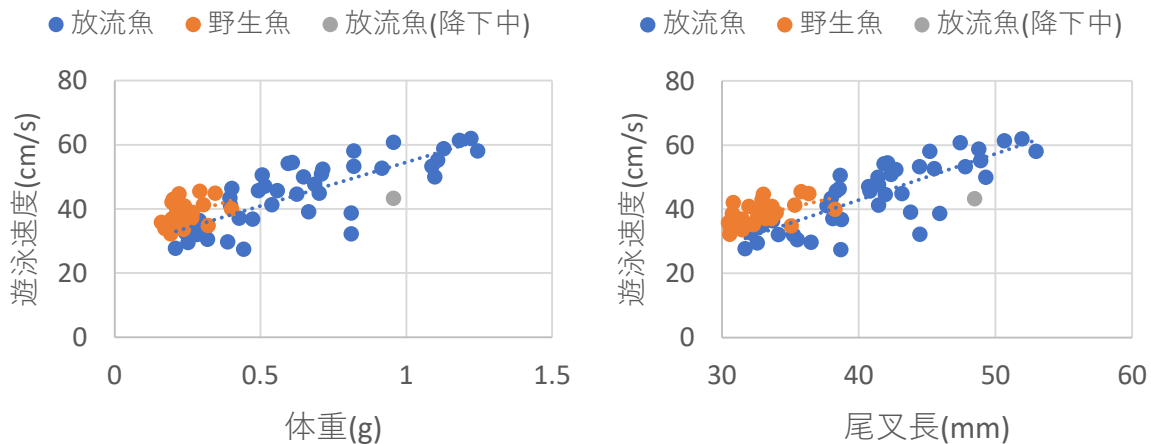


図 4 2017 サケ稚魚の遊泳速度の平均記録

3. 考察

稚魚捕獲調査において、捕獲した野生稚魚と放流適期の放流稚魚では、持続遊泳速度に大きな違いが見られなかったにも拘らず、増水時に放流稚魚を捕獲できなかったのは、河川の水温や流れに対する耐性に差があると考えられる。浮上して間もなく川の中を泳ぎ始める野生稚魚は、河川の中でも比較的流れの緩やかなところに立ち寄り、索餌しながら降下するのに比べ、放流稚魚は水温や流速が全く異なる環境への変化に順応できていない可能性がある。放流稚魚の生残率を高めるのであれば、放流時期見直しのほか、水槽内の水温や流速などの放流稚魚の飼育環境を調整し、放流時の河川環境に近付けることも今後検討していく必要があるのかも知れない。

【サケ稚魚の胃内容物分析結果】

2016年4月16日から5月28日に捕獲した野生稚魚34尾のうち23尾の胃内容物を分析した。分析に使用した稚魚の体サイズは、尾叉長平均41.87mm (max: 66mm, min: 34mm)、平均体重0.6g (max: 2.63g, min: 0.22g)であった。胃の内容物は、線形動物門、キクロプス目、端脚目、カゲロウ目、カメムシ目、トビケラ目、ハエ目、コウチュウ目の8分類群が確認され、ハエ目（ユスリカ）が約97%、カゲロウ目が約1.7%だった（表4）。

表4 2016 サケ稚魚胃内容物一覧

目名	線形動物門	キクロプス目	端脚目	カゲロウ目	カメムシ目	トビケラ目	ハエ目	コウチュウ目
確認数	1	2	1	17	1	3	947	1

さいごに

今後、野生稚魚保全のために稚魚の滞留場所を調査し、その環境条件をデータ化することで、野生稚魚の保全も加味した川づくりに役立てていきたい。ただし、5月の融雪による増水期は大変危険であるため、減水期かつ野生稚魚の降下ピークである3月下旬から4月上旬における平均水位において野生稚魚が生息しやすい環境に焦点を置き、様々な試みを模索していく必要がある。

また、サケ稚魚の降下時期は、少しずつ気温が上がり始め、河川敷の雪堆積所の雪も融け始めるが、そこに集められた雪の中にはゴミや融雪剤が混じっている。豊平川において雪解け水を一度ろ過してから川に流す仕組みが採られている区間もあるが、残念ながら一部の区間では未だ重機による押し出しが行われているのが現状である。その影響についても今後調査し、もし問題があれば改善へアプローチしていきたい。

謝辞

本調査及びデータの取りまとめに際し、SWSP のメンバーである渡辺恵三氏、有賀誠氏、藤井和也氏、植田和俊氏、角田武氏、大熊一正氏、森田健太郎氏、本多健太郎氏、荒木仁志氏、向井徹氏、山真雅之氏、有賀望氏には多大なるご協力をいただいた。稚魚の遊泳速度試験に使用した装置は北海道区水産研究所さけます資源研究部ふ化放流技術グループよりお借りした。この場を借りて、深い謝意を表します。

引用文献

有賀望・森田健太郎・鈴木俊哉・佐藤信洋・岡本康寿・大熊一正 2014. 大都市を流れる豊平川におけるサケ *Oncorhynchus keta* の野生個体群存続可能性の評価. 日本水産学会誌, 80: 946-955.

豊平川を降下するサケ稚魚の捕獲調査について

表 1 2016-2017 降下サケ稚魚捕獲調査結果

調査年	項目No	①		②		③		④		⑤		⑥		⑦		⑧		⑨		⑩			⑪		⑫		⑬		⑭		⑮	
		回数	日付	努力量(分)	捕獲数合計 (時間内の分)	捕獲数合計 (時間外含む)	野生魚捕獲 数(時間内)	野生魚捕獲 数(時間外)	放流水捕獲 数(時間内)	放流水捕獲 数(時間外)	野生放流 未判別個体 捕獲数 (時間内)	野生放流 未判別個体 捕獲数 (時間外)	野生魚率	CPUE (時間内捕獲合計)	野生魚CPUE (時間内)	放流水CPUE (時間内)	流速m/s	流速m/s (測定していない日)	水位m	流量m ³ /s	濁水量m ³ /s	濾水率	推定降下数 (分)	野生魚 推定降下数 (分)	推定降下数 (分)	野生魚 推定降下数 (分)	放流水 推定降下数 (分)					
2016	1	3月2日	70	23	44	0	0	23	21	0	0	0%	0.3286	0	0.328571	1.04		4.15	14.38	0.104	0.723%	45	0	45	0	45		45		45		
	2	3月12日	104	8	13	7	5	1	0	0	0	92%	0.0769	0.071006	0.005917	1.126		4.19	17.32	0.1126	0.650%	12	11	12	11	1		12		11		
	3	3月26日	100	62	116	62	54	0	0	0	0	100%	0.6200	0.62	0	0.835		3.99	8.56	0.0835	0.975%	64	64	64	64	0		64		64		
	4	4月9日	168	7	31	7	24	0	0	0	0	100%	0.0417	0.041667	0	1.02		4.5	54.56	0.102	0.187%	22	22	22	22	0		22		22		
	5	4月16日	114	4	10	4	6	0	0	0	0	100%	0.0351	0.035088	0	1.45		4.54	60.90	0.145	0.238%	15	15	15	15	0		15		15		
	6	4月30日	111	2	9	2	7	0	0	0	0	100%	0.0180	0.018018	0	1.414		4.57	65.87	0.1414	0.215%	8	8	8	8	0		8		8		
	7	5月6日	142	0	4	0	4	0	0	0	0	100%	0.0000	0.0000	0	1.5		4.89	114.51	0.15	0.131%	0	0	0	0	0		0		0		
	8	5月14日	108	2	5	2	3	0	0	0	0	100%	0.0185	0.018519	0	1.233		4.84	106.85	0.1233	0.115%	16	16	16	16	0		16		16		
	9	5月28日	80	0	6	0	6	0	0	0	0	100%	0.0000	0.0000	0	1.359		4.49	53.05	0.1359	0.256%	0	0	0	0	0		0		0		
	10	6月4日	93	0	5	0	5	0	0	0	0	100%	0.0000	0.0000	0	1.263		4.5	54.56	0.1263	0.231%	0	0	0	0	0		0		0		
	11	6月16日	111	2	14	2	12	0	0	0	0	100%	0.0180	0.018018	0	1.1		4.25	22.91	0.11	0.480%	4	4	4	4	0		4		4		
	12	6月23日	62	0	4	0	4	0	0	0	0	100%	0.0000	0.0000	0	0.845		4.28	26.00	0.110186	0.424%	0	0	0	0	0		0		0		
	13	7月7日	59	0	0	0	0	0	0	0	0	no data	0.0000	0.0000	0	0.845		4.09	12.02	0.0845	0.703%	0	0	0	0	0		0		0		
2017	1	3月9日	105	25	48	1	3	24	20	0	0	8%	0.2381	0.019841	0.218254	0.716		4.2	18.2	0.0716	0.39%	61	5	61	5	55		61		55		
	2	3月23日	106	5	34	5	25	0	4	0	0	88%	0.0472	0.04162	0.005549	0.535		4.12	13.17	0.0535	0.41%	12	10	12	10	1		12		10		
	3	4月6日	149	34	71	34	37	0	0	0	0	100%	0.2282	0.228188	0	0.932		4.49	53.05	0.0932	0.18%	130	130	130	130	0		130		130		
	4	4月14日	138	3	60	2	56	1	1	0	0	97%	0.0217	0.021014	0.000725	1.104		4.39	38.98	0.1104	0.28%	8	7	8	7	0		8		7		
	5	4月22日	76	7	15	2	4	5	4	0	0	40%	0.0921	0.036842	0.055263	1.331		4.38	37.69	0.1331	0.35%	26	10	26	10	16		26		10		
	6	5月10日	74	0	8	0	8	0	0	0	0	100%	0	0	0	-		1.32	4.57	65.87	0.132	0.20%	0	0	0	0	0		0		0	
	7	5月19日	97	2	3	2	1	0	0	0	0	100%	0.0206	0.020619	0	-		1.653	4.8	100.91	0.1653	0.16%	13	13	13	13	0		13		13	
	8	6月3日	100	0	0	0	0	0	0	0	0	no data	0	0	0	1.25		4.53	59.29	0.125	0.21%	0	0	0	0	0		0		0		
	9	6月17日	114	2	4	2	2	0	0	0	0	100%	0.0175	0.017544	0	1.059		4.28	26	0.1059	0.41%	4	4	4	4	0		4		4		
	10	6月28日	58	0	0	0	0	0	0	0	0	no data	0	0	0	-		0.915	27.07	0.0915	0.34%	0	0	0	0	0		0		0		