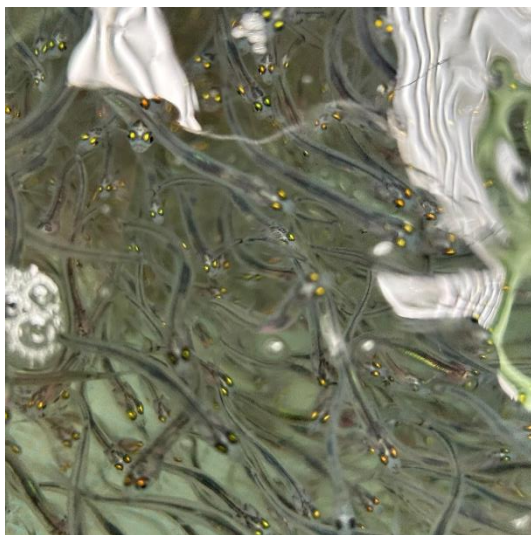


栃木県漁業協同組合連合会 種苗センターで 生産されたアユの初期成長予測モデルの作成



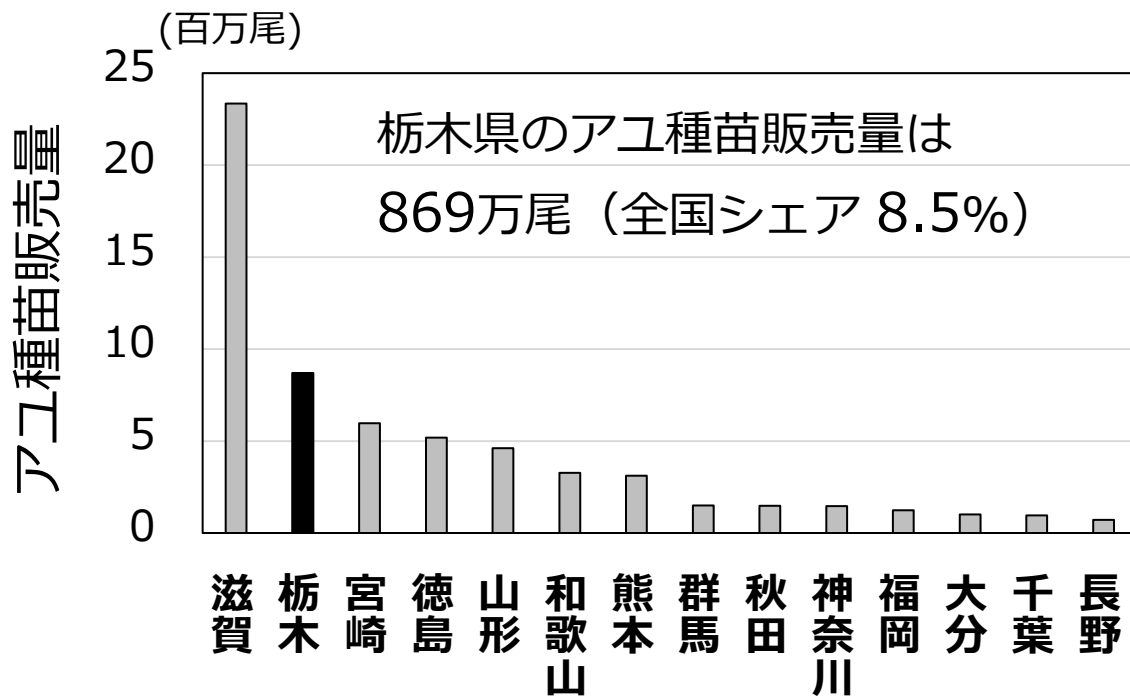
担当：水産研究部 高木・野中
TEL：0287-98-2888

背景 1 | アユの放流 & 養殖に種苗センターの役割大

#栃木県漁業協同組合連合会 種苗センターが

河川放流や養殖（食用やおとりアユとして販売）のためのアユ種苗を生産

#栃木県のアユ種苗販売量（=種苗センター）は全国2位



2021年度のアユ種苗販売量
(令和3年漁業・養殖業生産統計より作図)

背景2 | アユ種苗生産は一期一会で難しい

#毎年、生産条件が異なる

- ・年魚なので、同じ親魚は2度と使えない
- ・系統や継代数で成長が違う

#生産における無駄を減らすためには、精度の高い成長予測が必要

#2023年は漁協や養殖業者からの要望に応じて7系統を生産

種苗センターで生産しているアユ種苗の種類

生産年	種苗の系統							
	鶴田ダム湖	那珂川		七色ダム湖		灰塚ダム湖	ハイブリッド系	全雌
2014	鶴田ダム湖 F6	那珂川 F4						
2015	鶴田ダム湖 F7	那珂川 F5						
2016	鶴田ダム湖 F8		那珂川 F1		七色ダム湖 F2		灰塚ダム湖 F1	栃木
2017	鶴田ダム湖 F9		那珂川 F2		七色ダム湖 F3		灰塚ダム湖 F2	栃木
2018	鶴田ダム湖 F10		那珂川 F3		七色ダム湖 F4			栃木
2019	鶴田ダム湖 F11		那珂川 F4		七色ダム湖 F5			栃木
2020	鶴田ダム湖 F12		那珂川 F5		七色ダム湖 F6			新栃木
2021	鶴田ダム湖 F13		那珂川 F6		七色ダム湖 F7	七色ダム湖 F2		新栃木
2022	鶴田ダム湖 F14		那珂川 F7			七色ダム湖 F3		新栃木
2023	鶴田ダム湖 F15		那珂川 F8*	那珂川 F1		七色ダム湖 F4		新栃木

注) 那珂川 F8* : かけ戻し (F7×F0) 、栃木 : 鶴田ダム湖×七色ダム湖、新栃木 : 那珂川×七色ダム湖
天然種苗はF0、それを親にして作成した種苗がF1となり、以降、F2、3・・・と続く

目的 | データに基づくアユ生産効率化 & 高品質化

#生産効率化と高品質化を目指して、勘と経験をデータ化する

- ① アユの初期成長への各種要因（採卵時期、系統、継代数、年変動）の影響を可視化
- ② 出荷目安サイズまでの成長（到達日数）予測モデルの作成



データに基づく成長予測のメリット

- ・ 誰でもできる（生産者の負担軽減）
- ・ 説明しやすい（共通認識の共有）
- ・ 数値化できる（改善策の検討）

方法 | ふ化後150日目までの平均体重データを解析

データの例

5年11月21日現在

池番号	孵化後日数	平均体重(mg)	尾数		系統
A1	88日目	326.0	550,000	尾	七色前F4
A2	31日目	27.0	600,000	尾	那珂川F1
A3	42日目	51.3	600,000	尾	七色後F4
A4	61日目	111.0	600,000	尾	七色中F4
A5	89日目	365.0	550,000	尾	栃F1
A6	89日目	389.0	550,000	尾	栃F1
A7	66日目	245.0	600,000	尾	全メス中
A8	42日目	42.9	600,000	尾	全メス後
A9	63日目	150.0	600,000	尾	新栃中F1
A10	63日目	169.0	600,000	尾	新栃中F1
A11	88日目	279.0	447,000	尾	七色前F4
A12	40日目	50.0	600,000	尾	新栃後F1
B1	63日目	214.0	600,000	尾	那珂川F8
B2	51日目	100.0	600,000	尾	鶴田ダム湖F15
B3	63日目	185.0	600,000	尾	那珂川F8
B4	66日目	261.0	600,000	尾	全メス
B5	89日目	338.0	550,000	尾	栃F1
B6	68日目	316.0	600,000	尾	新栃中F1
B7	68日目	214.0	600,000	尾	新栃中F1
B8	42日目	46.3	600,000	尾	七色後F4
B9	63日目	273.0	600,000	尾	那珂川F8
B10	61日目	145.0	600,000	尾	七色中F4
R11	90日目		550,000	尾	七色前F4

①データの整理

× 9年

(2014~2022年)

#一部、2023年のデータも使用



②作図

ふ化後日数と
平均体重の関係

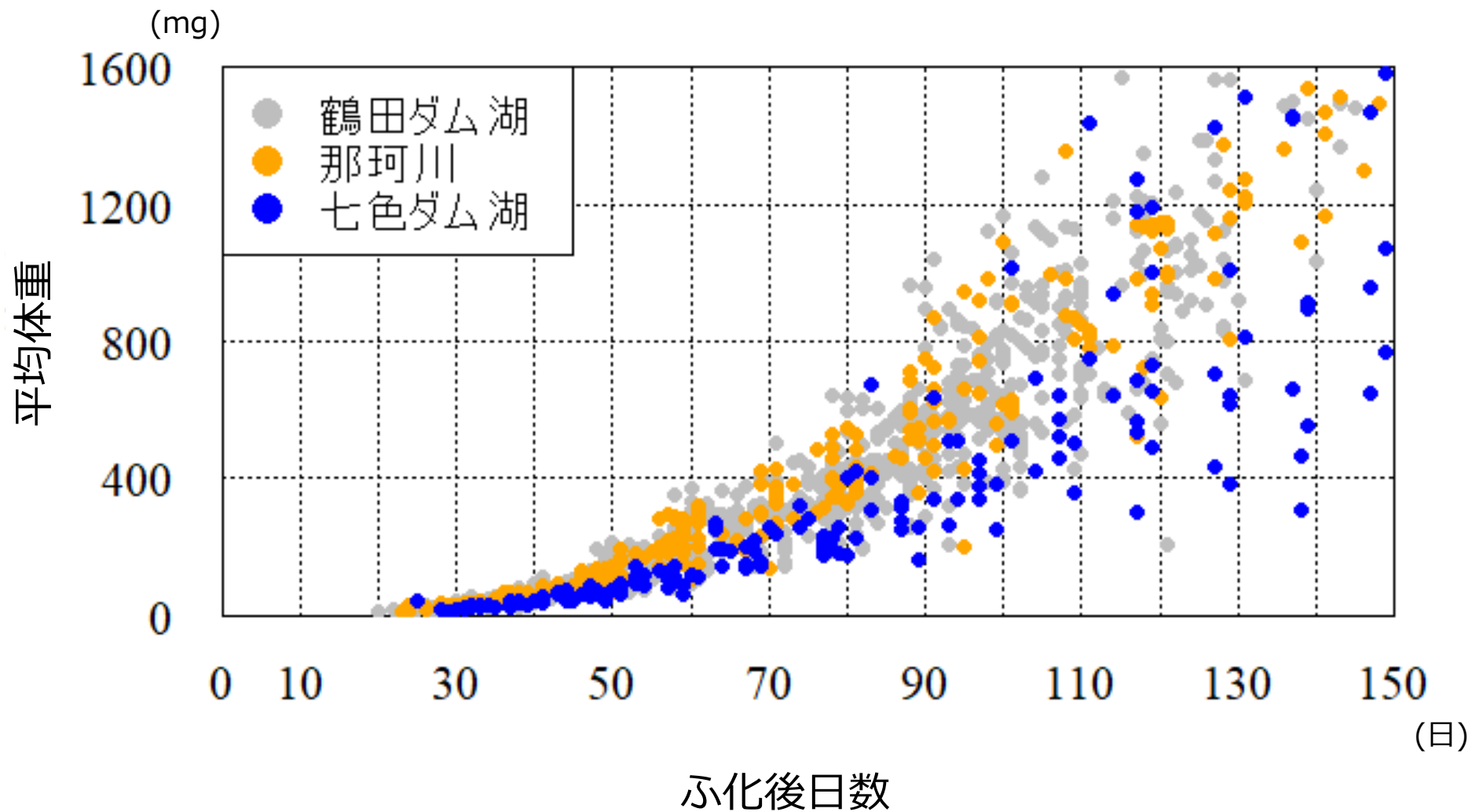


③統計解析

一般化線型モデル

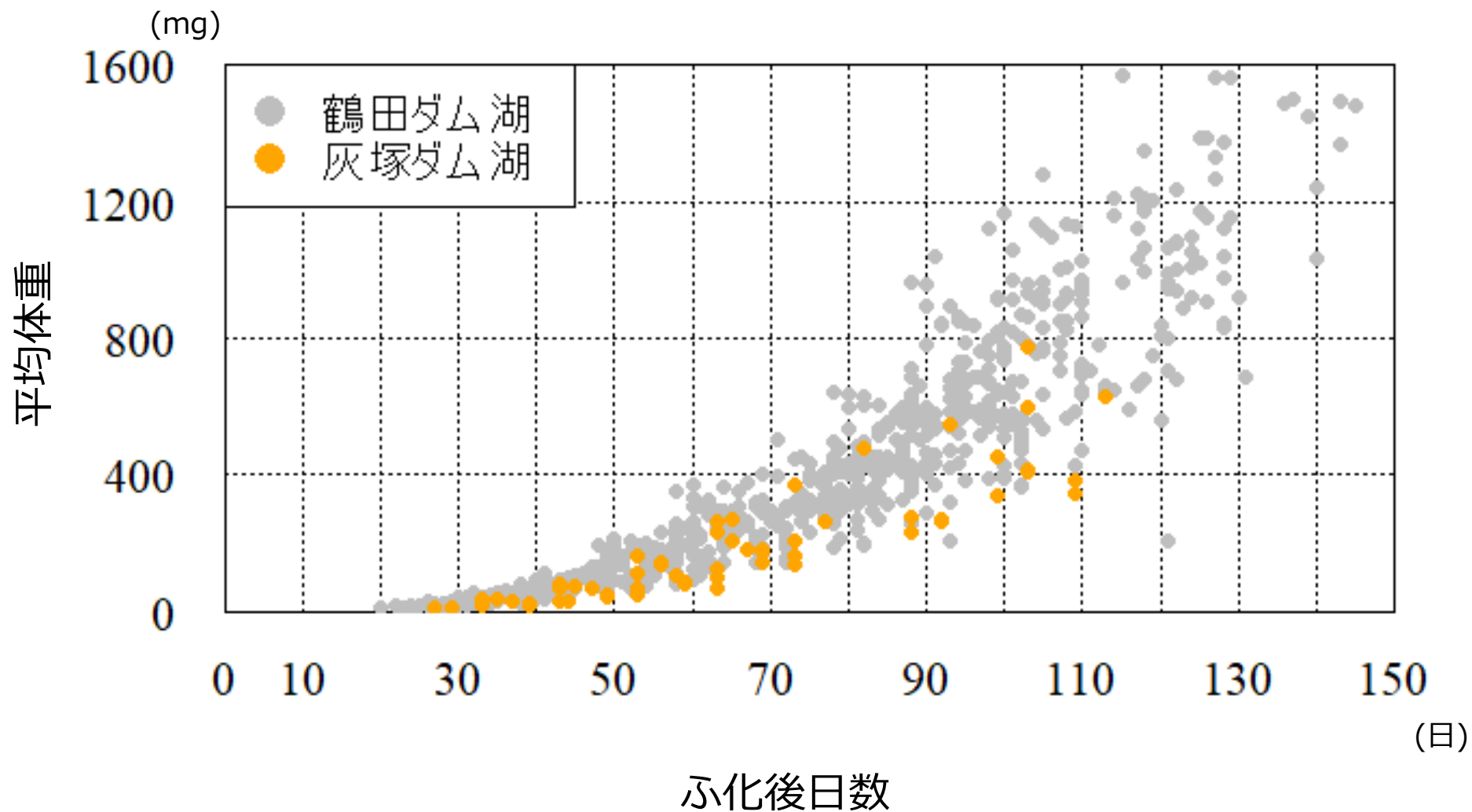
系統ごとに作図 1 | 鶴田ダム湖 vs 那珂川 vs 七色ダム湖

#那珂川は大きめ、七色ダム湖は小さめに見える



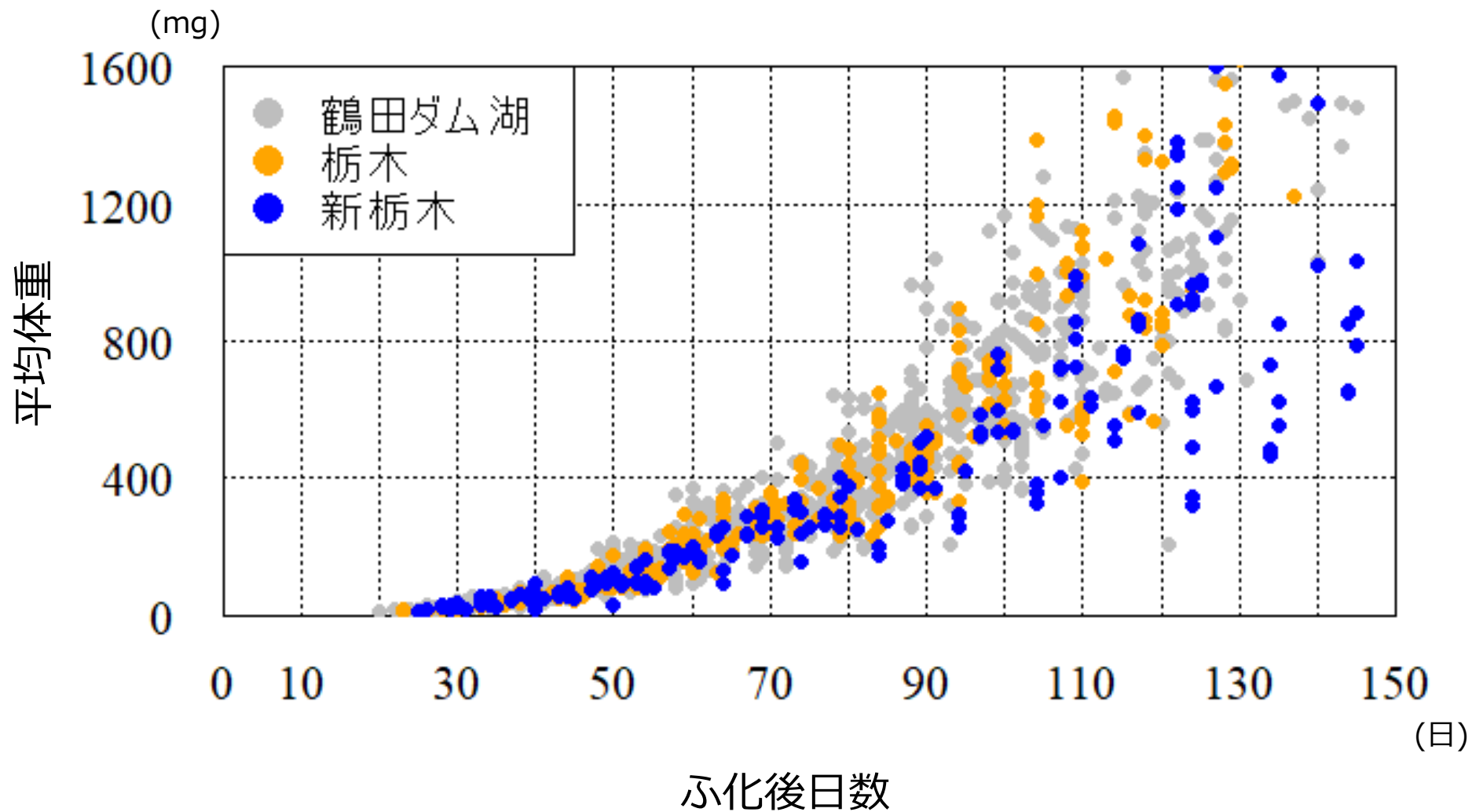
系統ごとに作図2 | 鶴田ダム湖 vs 灰塚ダム湖

#灰塚ダムは小さめに見える



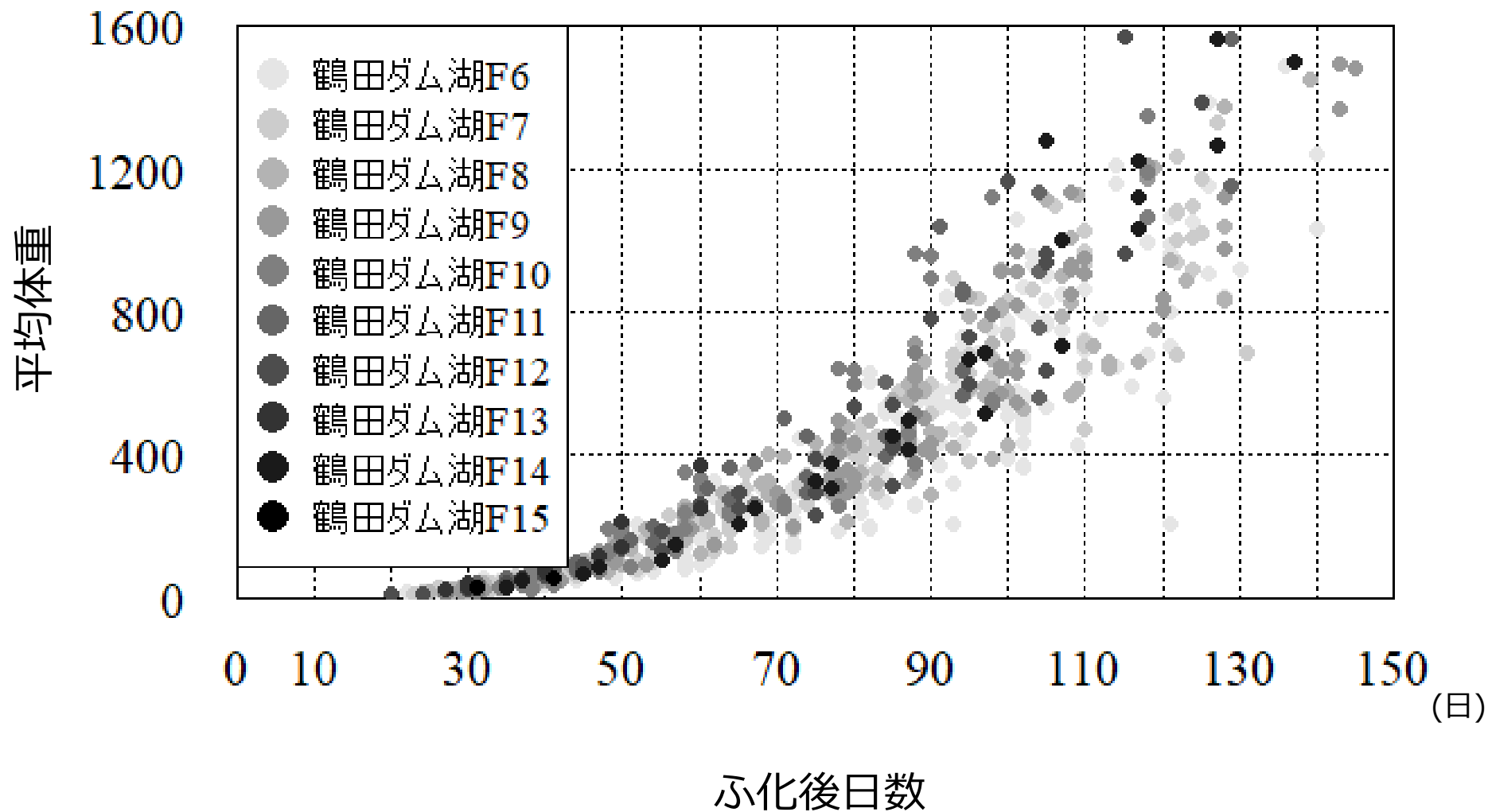
系統ごとに作図3 | 鶴田ダム湖 vs 栃木 vs 新栃木

#新栃木は小さめに見える



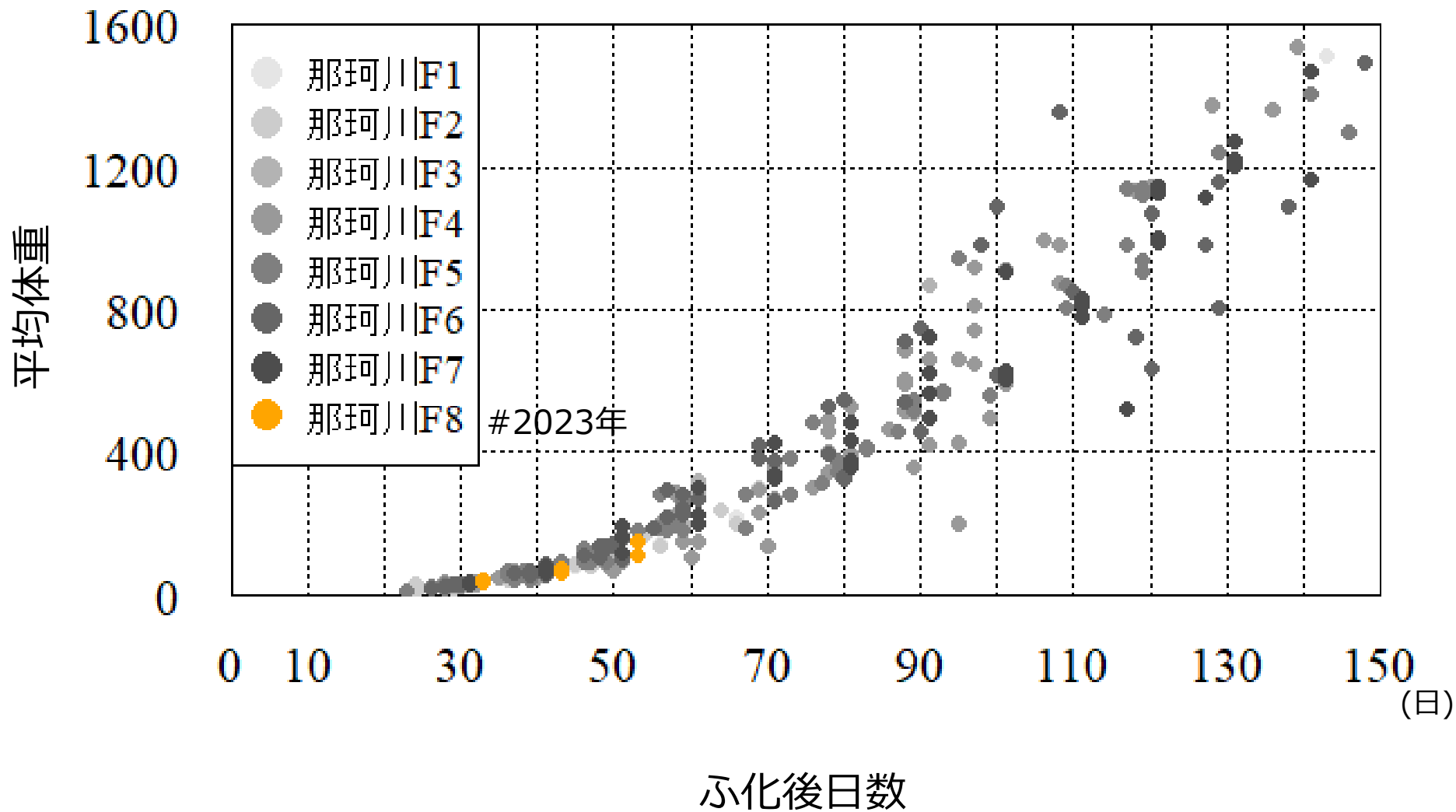
継代数ごとに作図1 | ”鶴田ダム湖”の場合

(mg) #継代が進むほど同じ時期でも大きめに見える



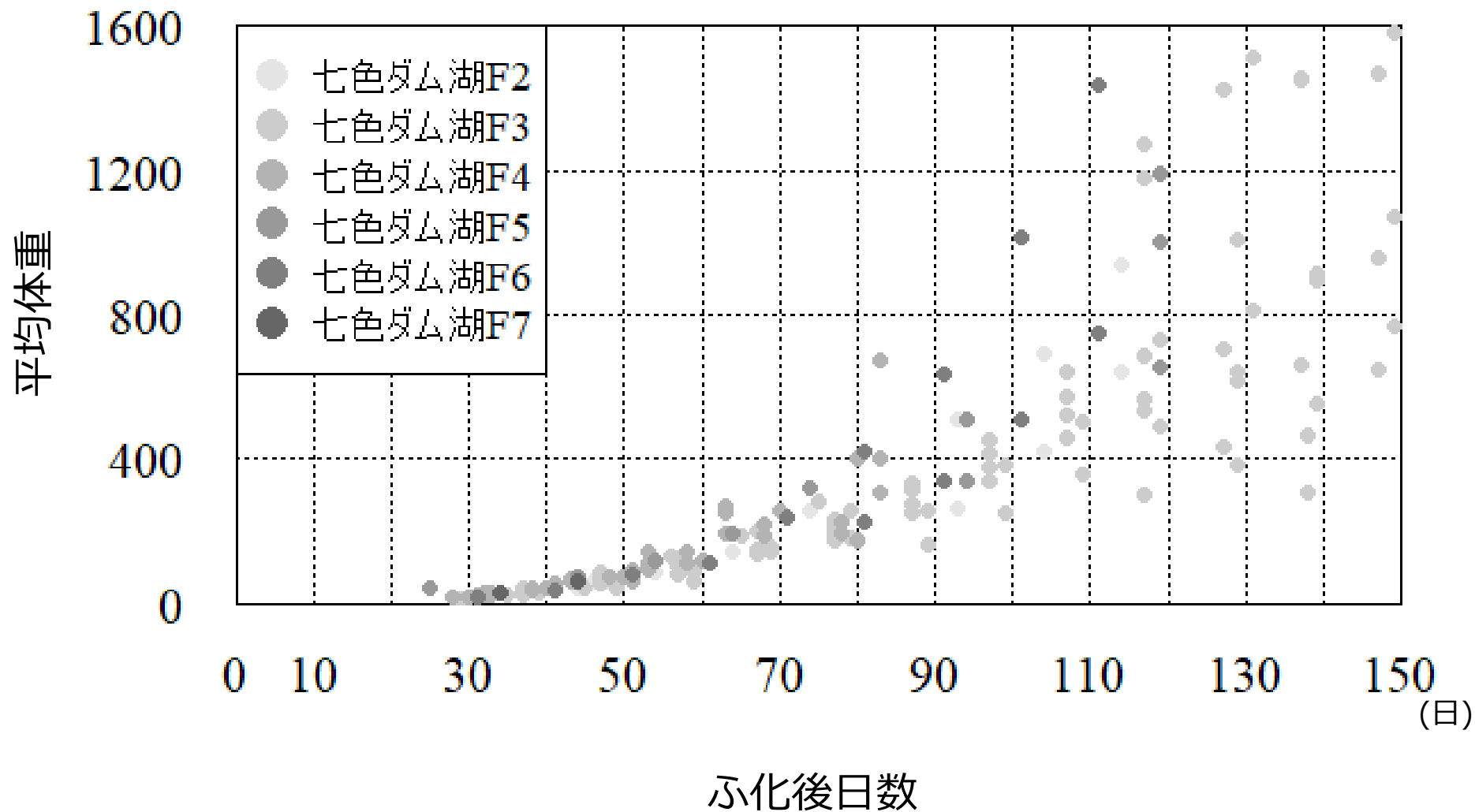
継代数ごとに作図2 | ”那珂川”の場合

(mg) #継代が進むほど同じ時期でも大きめに見える



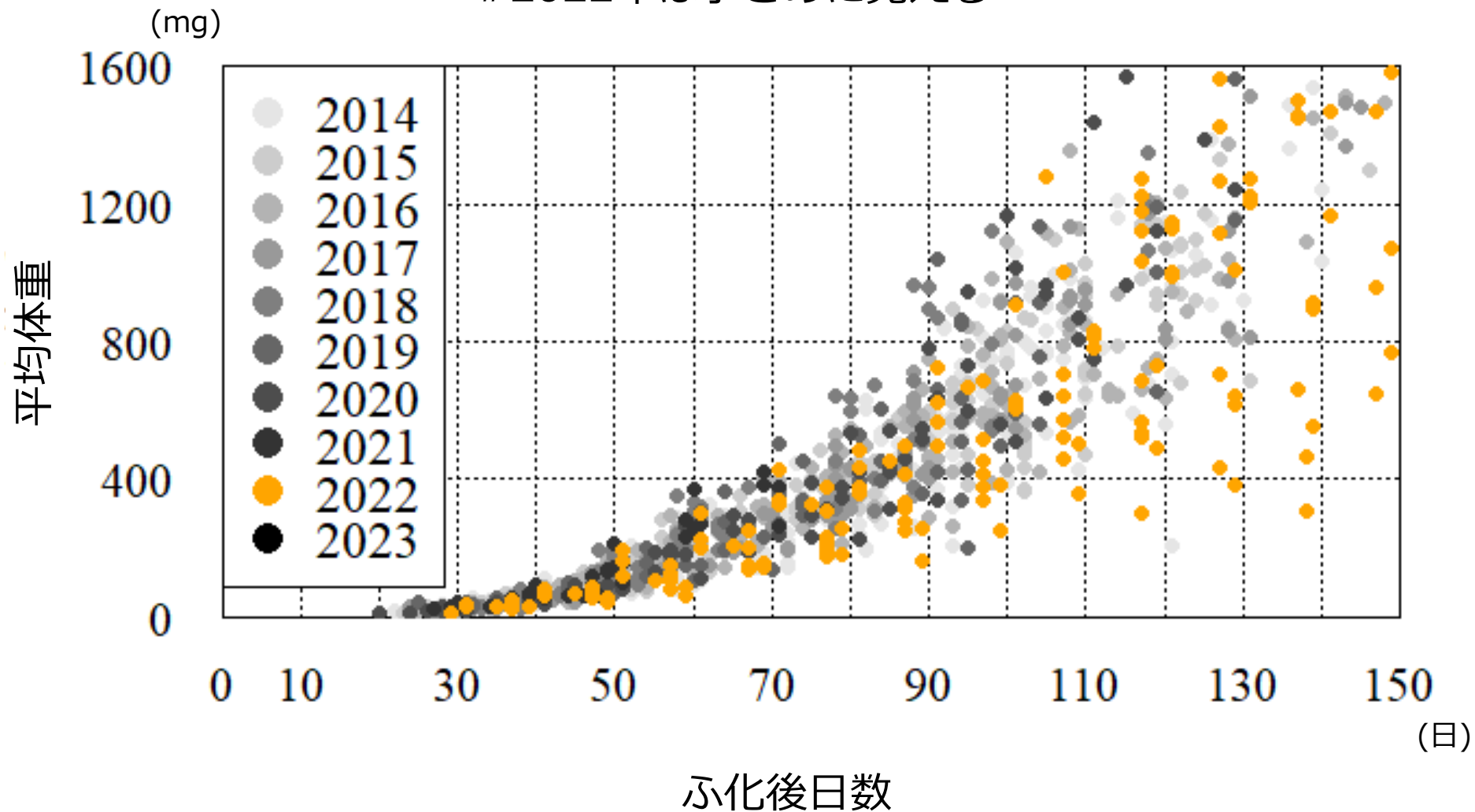
継代数ごとに作図3 | ”七色ダム湖”の場合

(mg) #継代が進むほど同じ時期でも大きめに見える



生産年ごとに作図 | 鶴田ダム湖 & 栃木 & 新栃木

#2022年は小さめに見える



一般化線形モデル（ガンマ分布）による解析

◆使用データ：N=1253
9年（2014～2022年）×3系統（鶴田、那珂川、七色）

【想定した予測式】
平均サイズ $\sim \exp(\underline{\text{○} + \text{○} + \dots})$

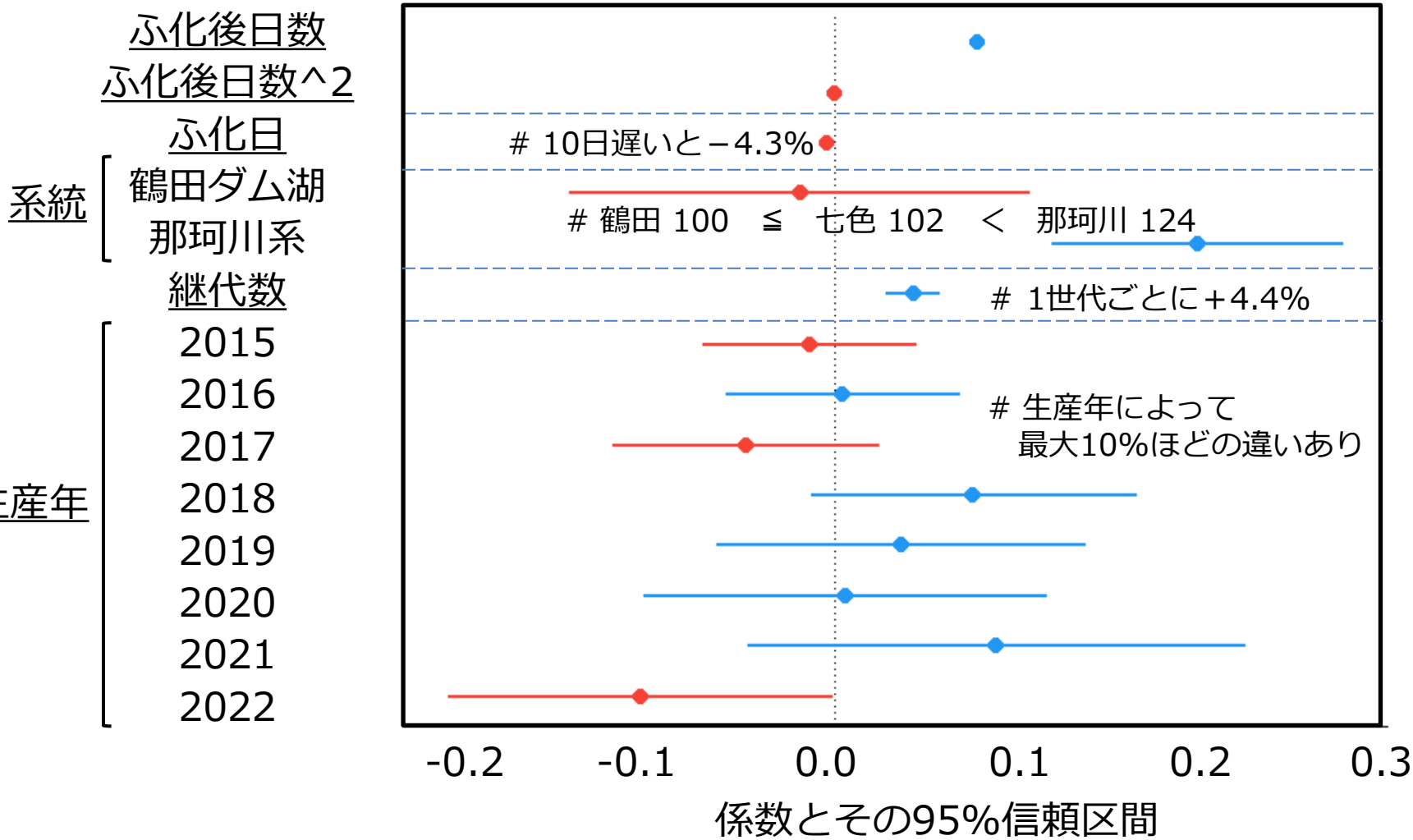
説明変数

だんだん 大きくなる	[<u>ふ化後日数</u> <u>ふ化後日数^2</u>]
採卵時期の違い	[<u>ふ化日（9/1からの日数）</u>]
鶴田F6~15 那珂川F1~7 七色F2~7	[<u>系統</u> <u>継代数</u>]
良い年、悪い年	[<u>生産年</u>]

解析結果 1 | 全ての説明変数が有意に影響 (尤度比検定 $p < 0.001$)

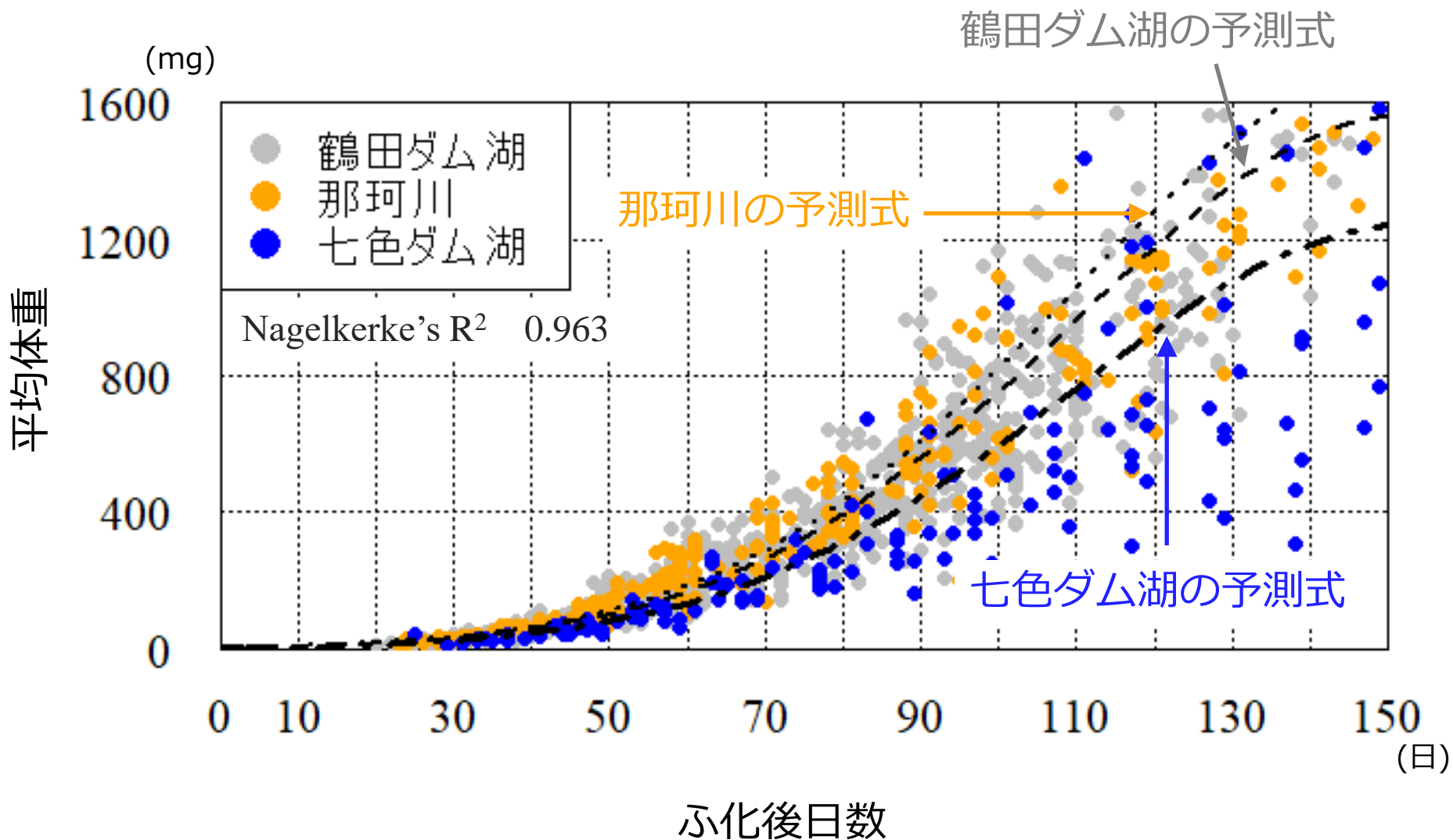
(平均体重に)
マイナスの影響

(平均体重に)
プラスの影響



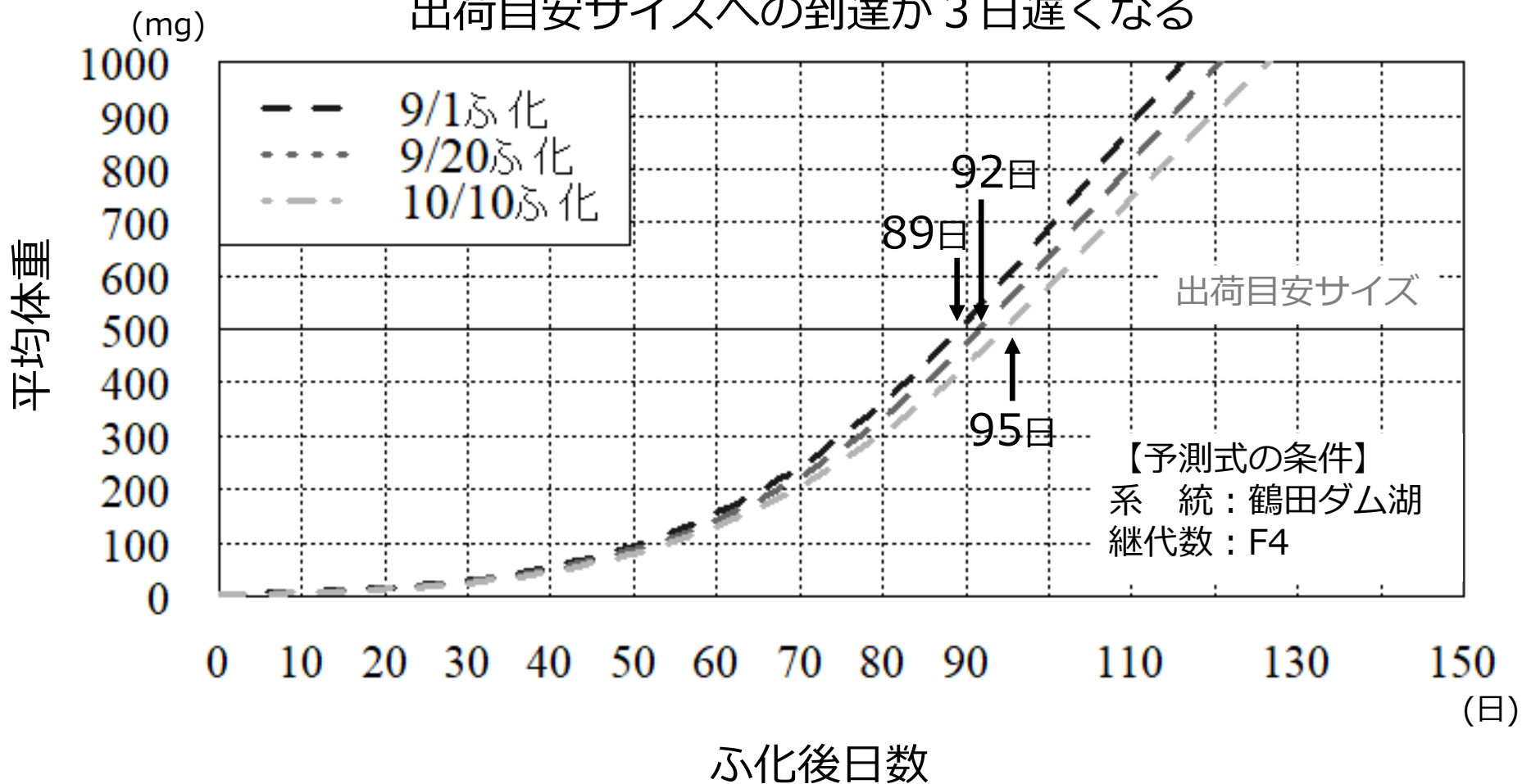
解析結果 2 | データへのあてはまり良好

今回の予測式でデータのばらつきの96%を説明できている



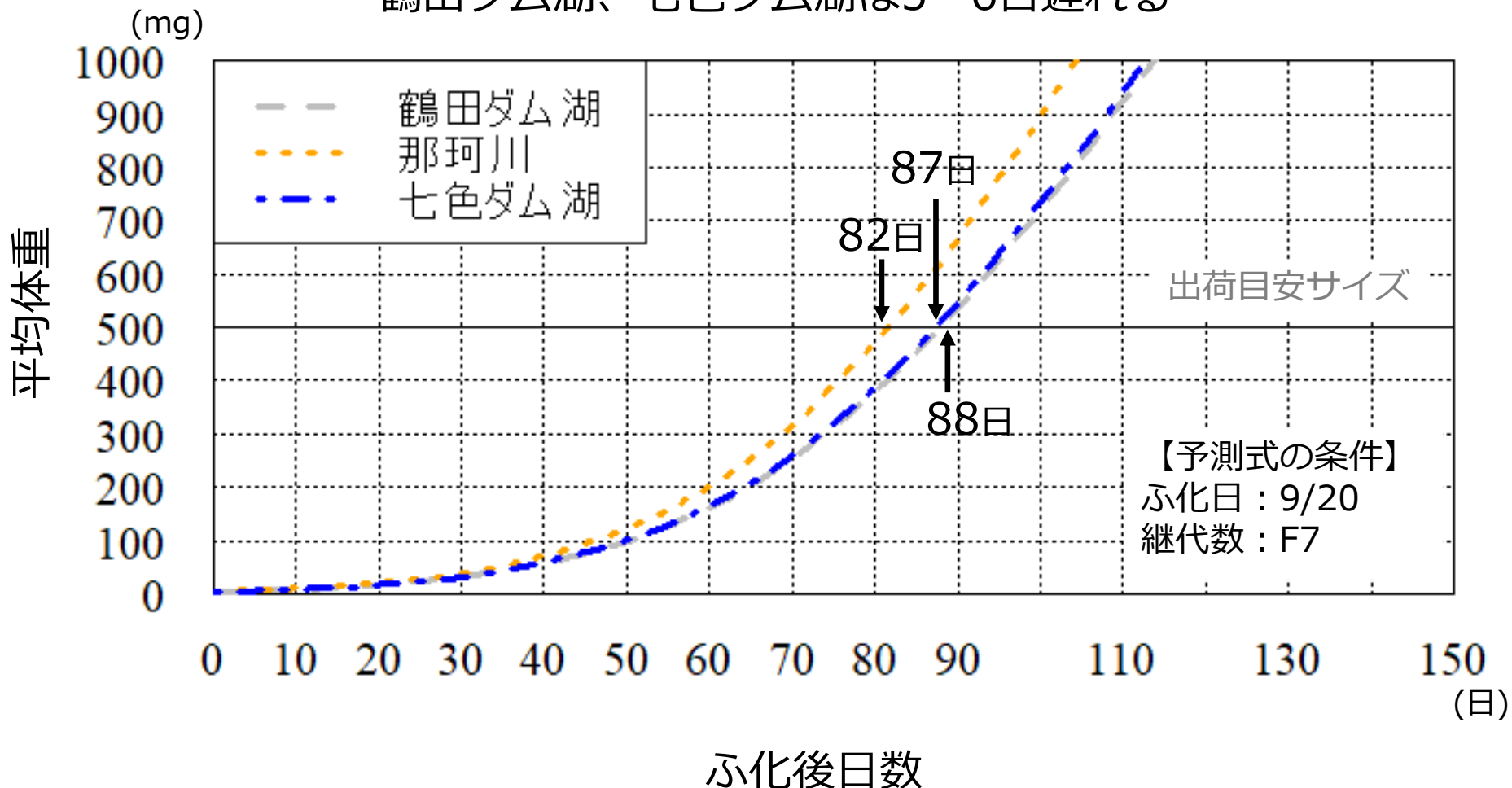
解析結果 3 | ふ化日の影響

#ふ化日が20日遅れると（9/20⇒10/10）、
出荷目安サイズへの到達が3日遅くなる



解析結果 4 | 系統の影響

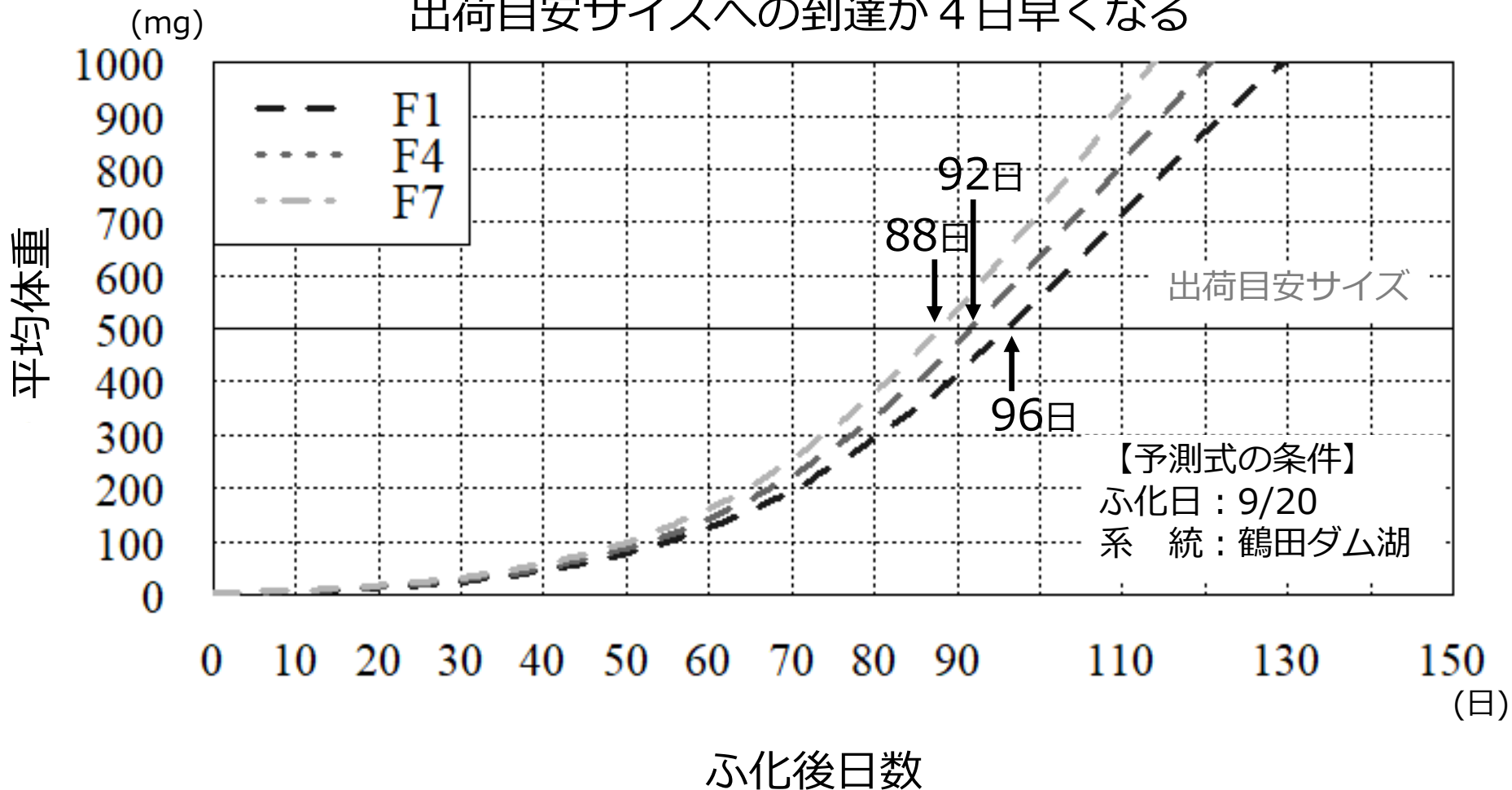
#出荷目安サイズへの到達は那珂川*が一番早く、
鶴田ダム湖、七色ダム湖は5~6日遅れる



那珂川*：歩留りが悪いことで、見かけの成長が良くなっている可能性あり

解析結果 5 | 継代数の影響

#継代が3世代 (F1⇒F4) 進むと、
出荷目安サイズへの到達が4日早くなる



アユの初期成長（平均サイズ）への影響について

- ☑ふ化日 ふ化日が20日遅れると、
出荷目安サイズへの到達が3日遅くなる
- ☑系 統 出荷目安サイズへの到達は那珂川*が一番早く、
鶴田ダム湖、七色ダム湖は5～6日遅れる
- ☑継代数 継代が3世代進むと、
出荷目安サイズへの到達が4日早くなる
- ☑生産年 最大10%ほどの違いあり

那珂川*：歩留りが悪いことで、見かけの成長が良くなっている可能性あり

活用例 | 2023年 那珂川F1、F8への予測モデル適用

#早い段階で、出荷時期が予測可能となった

#実測値がこの予測値を上回るかどうかで、

種苗更新（那珂川F1）、かけ戻し（那珂川F8）の効果を評価できる

