海膽類に於ける交雜實驗*

小 野 田 勝 造

奈良女子高等師範學校動物學教室

海膽類の幼生は種の特徴が其骨格に顯著に且短時間内に顯はれるので、古來遺傳の研究の材料として多くの學者に用ひられた。然しながら、幼生を變態させる事は非常に困難である爲に、 F_2 を得ることが至難であるのは勿論、未だ F_1 に於ける配偶子形成さへも觀察されて居ない。従つて遺傳學的材料として、其成果が制限されるのも又已むを得ない所である。然し早期の胚發生に於ける決定 (determination) や、分化 (differentiation) の問題の解明には蓋し絶好の材料といふべく、此方面に於て有望な將來を有するものである。

但し海膽類を材料とする既往の研究の間には多くの不一致が存在する。これには幼生の特徴に關する檢討の不充分と共に、交雜の不和合 (cross-incompatibility) から結果すると思はれる 病的所産と、遺傳的所産とを混同することが其の主因の一をなしたのではないかと思はれる。

雜種幼生が母に似るか或は父に似るかは主として、染色體の放失 (elimination)、或は生殖細胞の比較的熟度、海水の溫度と酸性度に因るとせられる。又此染色體の放失は多くの場合に於て、雜種幼生を異狀にすることが報ぜられてゐる。

本實驗は、本邦沿海にて獲易き海膽類の諸種を材料とし、如何なる組合せの交雜が雜種幼生に如何なる結果を齎すか、染色體の放失が幼生の形質に如何なる影響を及ぼすか、又交雜に依り如何なる場合に異常幼生が生ずるかなどを究めんとして行はれた。本文中幼生が母に似る (matroclinous) とか父に似る (patroclinous) とかしたのは、専ら其骨格の特徴を基礎として判斷するものである。

本論を草するに當り、終始御懇篤なる御指導を賜りたる京都帝國大學・駒井教授に深甚なる謝意を表し、併せて研究費の御援助を仰いだ日本學術振興會に對しても亦篤く感謝する次第である。

材 料

實驗に供した海膽は 10 種に及んだ。交雜に於ける insemination には何等人工的援助を與へなかつた。染色體の觀察には固定液としてブアン液、醋酸昇汞を、染色にはハイデンハイン鐵ヘマトキシリンを用ひた。切片は 5-7 micron であつた。雜種幼生が、

* Onoda, K., Hybridization Experiments in some Echinoids.

精子の單なる activation に依つて出發した單爲生殖幼生でない事は、受精卵に於ける主として染色體の數と、二細胞期に於ける核の大いさより、確認することが出來た。實驗は紀伊・勝浦と志摩・御座の兩地で行つた。

實 驗

(1) サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♀ × コシダカウ = *Mespilia globulus* ♂

年を異にした實驗で、結果は兩者同一であつた。受精は好調を示して、同種間の受精いはゆる straight-fertilization の場合と何等差異を認めなかつた。雜種幼生は健全、正常で、遺傳的研究材料として、重要な組合せである事を知つた。遺傳傾向は概して父に似た。受精卵の第一卵割に於て染色體の放失は起らなかつた(第1圖・第2圖・第3圖 参照)。

1

2

(2) コシダカウ = *Mespilia globulus* ♀

× サンセウウ = *Temnopleurus*

toreumaticus ♂

前者の逆交配である。受精率・染色體の行動は前者と變りなく、雜種幼生も又健全正常であつた。只前年の雜種幼生が概して父に似たのに反して、後年のものは概して母に似たのであつた[第4圖(父に似たもの)参照]。

3

4

第1—4圖

1. サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus*

2. コシダカウ = *Mespilia globulus*

3. サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♀

× コシダカウ = *Mespilia globulus* ♂

4. コシダカウ = *Mespilia globulus* ♀

× サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♂

(3) サンセウウ = *Temnopleurus*
toreumaticus ♀ × ムラサキウ =
Heliocidaris crassispina ♂

異なつた年で、受精率に大小の差があつた。雜種幼生は兩年共、非常に不規則な骨格を有する異常のものであつた。或者には非常に多數の色素細胞を生じた。遺傳傾向の判定は、幼生が餘りに異常の爲に不可能であつた。兩年の材料の何れに於ても染色體の放失は少くとも、第一卵割に於ては認められなかつた(第5圖・第6圖・第7圖 参照)。

(4) ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♀

× サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♂

前者の逆交配である。雜種幼生は異常で、或者には異常に多數の色素細胞が生じた。受精卵の第一卵割に於て、染色體の放失が觀られた。前者と比較して興味ある對照である(第8圖 参照)。

(5) コシダカウ = *Mespiliaglobulus* ♀× ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♂

受精卵は僅少で、雑種幼生は非常に異常であつた。或者には又色素細胞が多数に現はれた。染色體の放失が二細胞期になつてから、分割球の一方に於て、屢々觀察された(第9圖 参照)。

第 5—9 圖

5. ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* 骨骼の主要部6. サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♀× ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♂7. サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♀× ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♂

多数の色素細胞に注意

8. ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♀× サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♂9. コシダカウ = *Mespilia globulus* ♀× ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♂

多数の色素細胞に注意

(6) サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♀× スカシクワシパン *Astriclypeus manni* ♂

受精率は僅少で、雑種幼生は異常で、其の著しいものが第10圖に示してある。之は異目間の交雑である。受精卵の第一卵割に於ける染色體の行動は正常で、放失は行は

れなかつた。染色體は終期で何れも chromosome vesicle を作つたのが觀られた(第10圖 参照)。

第 10—12 圖

10. サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♀
 × スカシクワシバン *Astriclypeus manni* ♂
 11. ラツパウ = *Toxopneustes pileolus*
 12. ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♀
 × ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♂ 骨骼の一部省略

(7) ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♀

× ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♂

兩年に於て、受精率は非常に大きかつた。兩種の幼生は發生の速度に於て、著しい差異を示すが(ラツパの方遅し)、雜種幼生は略々其の中間的速度で發育した。然し之は遺傳的中間性ではなくて、恐らく母側の發生速力が遲滯したものと思はれる。雜種幼生は骨格に多少の異常を示したが、健全でそして強い matroclinous であつた(第11圖・第12圖 参照)。

(8) ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♀× ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♂

前者の逆交配である。然し結果は全く反對で、此の方向に於ける受精は、年を異にした4回の實驗に於て、何れも全く不成功に終つた。前者と興味ある對照である。

(9) ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♀× ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♂

兩者は幼生の骨格に於て、非常に類似してゐるばかりでなく、卵の外観、大いさ、特に cleavage pattern が全く同一である。受精率は同種内の受精の場合と殆ど變りがない。雜種幼生は骨格に多少の異常を示したが、健全で寧ろ雜種強勢が認められ、對照のものよりも長命であつた。強く母の方に似てゐた。中には骨格に著しい異常を示すものもあつた(第13圖・第14圖 參照)。

(10) ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♀× ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♂

前者の逆交配であるが、雜種幼生は非常に異常で、間もなく死滅した。前者と之亦興味ある對照である。異常幼生の一例が第15圖に示してある(第15圖 參照)。

(11) ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♀× ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♂

大量の卵が受精した。雜種幼生には多少の異常が骨格に認められたが、健全で而も發生は非常に速かに進んだ。各種内の純幼生の者に比して、著しく早期に變態の域に達して、受精より15日で叉棘(pedicellaria, 第16圖, pe)を生じた。科間種雜で、この域まで進んだ場合は恐らく始めての事ではないかと思ふ。公務の都合で、之以上の飼育を繼續することが出来なかつた。幼生の或者は著しい異常を示した(第16圖 參照)。

(12) ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♀× ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♂

前者の逆交配である。凡そ40%の受精率を示したが、胞胚期で死滅した。之も前者と注意すべき對照である。

(13) バフンウ = *Strongylocentrotus pulcherrimus* ♀× ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♂

此の組合せに於ける結果は、特に注意を要する。それは既往の業績の大部分は、此兩者と同一型の幼生を生ずる者の組合せの結果であり、又先に筆者の指摘した、病的所産と遺傳的所産の混同を起すのではないかと思はれる結果を提供する組合せであるからである。此兩者は其の幼生に於ける骨格の形態が、明かな對照をなす爲に、好個の材料として廣く用ひられたものである。

バフンウ = 幼生は postoral rod が 'simple' structure (第17圖, po) であるが、ムラサキウ = 幼生では 'lattice' structure (第5圖, po) である。尙又前者は body skeleton が, 'non-basket' type であるが、後者は 'compound basket type' である。

受精は好結果を示して、大量の卵が發生した。雜種幼生は健全であつた。其の骨格

第 13—16 圖

13. ナガウ = *Echinometra Mathaei*
 14. ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♀
 × ムラサキウ = *Helicidaris crassispina* ♂
 15. ムラサキウ = *Helicidaris crassispina* ♀
 × ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♂
 16. ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♀
 × ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♂
 pe = 叉棘 (*pedicellaria*)

第 17—20 圖

17. バフンウ = *Strongylocentrotus pulcherrimus*
 18. バフンウ = *Strongylocentrotus pulcherrimus* ♀
 × ムラサキウ = *Helicoidaris crassispina* ♂
 19. 同 上
 20. 同 上 右側の骨格のみを示す
 po——口後棘 (postoral rod), sp——過剰棘

を觀ると postoral rod (第 18 圖・第 19 圖・第 20 圖, po) は simple でなく, 又 latticed でなく, 實に 3 本, 時には 4 本の平行した rod から出来た 'parallel' structure である (第 17 圖・第 18 圖・第 19 圖・第 20 圖 参照)。

而して, 此構造は兩者の中間型と見做すことが出来るかも知れない。事實既往の研究者は之を以つて中間型であるとして, この幼生を 'intermediate' 幼生と呼んだのである。然しながら, 筆者はバフンウ = 幼生と同一型の postoral rod を有する所のアカウイの幼生を, 異常の高溫裡に發生させる事に依つて第 21 圖に示してある様な幼生を得たのである。今, 此の幼生の postoral rod (第 21 圖, po) と問題の雜種のそれとを比較して, 何等その間に質的差異を見出すことが出来ないのである。且又此者の body rod に於て過剰の棘 (sp) を所持してゐるが, この棘は正常者に於ては決して生ずるものでは

なく, 之を所持することは即ち骨格形成が異常の過程の裡に行はれた事を示すものである。然るに之と同様の棘を問題の雜種が所持してゐることは, 即ち雜種幼生に於ける骨格形成が異常裡に行はれたものである事を物語るものである。然しながら, たとへ骨格形成にこの様な異常を招來したとしても, 他方, 遺傳的にも亦影響を與へて, それに依つて斯様な parallel structure が作り出されるのかも知れない。尙亦, この組合せの様に遠縁の間では, 雜種幼生は交雜のための不和合の爲に病的状態となり, 此事が高溫の爲に結果した病的状態と同一の結果を骨格形成に招來するのではないかと考へられるのである。即ち parallel structure は遺傳的所産ではなく, 病的所産であるのかも知れないのである。筆者は今, 後者の立場に傾くのであるが, 現在に於ける材料では何れとも決定を與へる事は不可能で, 將來の研究に俟たなければならない。

因に海膽の幼生に於ける simple skeleton は, 異常高溫の爲に必然的に複雑化することが, 多くの研究者に依つて確められてゐる。

又同様の實驗 (高溫以外) で, simple から complex への變化は, complex より simple へのそれと比較して, 非常に機會が多い事が報ぜられてゐる。

斯様な事實から交雑のための不和合から起るであらう所の病的状態と、之等實驗結果より起るであらう所の病的状態とが骨格形成に及ぼす結果の同一化をおそるゝ筆者は、母側に complex type を採り、父側に simple type を用ひた雜種幼生が單純化した

第 21—23, 25—26 圖

21. アカウ = *Pseudocentrotus depressus*
Parasalenia sp.
 22. サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♀ × *Parasalenia* sp. ♂
 25. *Parasalenia* sp. ♀ × サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♂
 26. コシダカウ = *Mespilia globulus* ♀ × *Parasalenia* sp. ♂

場合に、遺傳的に重要な意義を持つものではないかと考へたいのである。

(14) ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♀

× バフンウ = *Strongylocentrotus pulcherrimus* ♂

前者の逆交配で、上述の理由から、大いに重視さるべきものであつたが、卵割期で發育を停止してしまつた。受精率は前者の場合と略々同一であつた。

(15) バフンウ = *Strongylocentrotus pulcherrimus* ♀

× ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♂

受精が成功しなかつた。ラツパウ = の精子を用ひて、かく不成功に終つたのは珍しい場合である。

(16) ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♀ × *Parasalenia* sp. ♂

この組合せは屬間交雑であるが、兩屬は比較的近縁關係にありながら受精が行はれないのである。此逆交配でも結果は同様であつた。

兩種はその幼生の骨格に於ては、同一型 (compound basket type) であるが (附隨的性質には可成の相違あり)、卵巢の状態、卵の大きさ、及び色彩、特に cleavage pattern に於て著しい相違を示すことは、特記すべきことである。分類的位置と交雑の成否の一致しない例である (第 22 圖 参照)。

(17) サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♀ × *Parasalenia* sp. ♂

兩種は異科の遠縁にも拘はらず、受精は高率を示した。後者の卵巢や卵が、外觀に於てナガウ = の、それ等に似るよりも、前者のそれ等により多く似てゐること、特に cleavage pattern が同一型である事は附記せねばならない。雜種幼生は其の骨格に於て、大體正常のものであつたが、不釣合に太く且短く (兩親の平均の約 $\frac{1}{2}$)、生理的不利の

第 24 圖 核の大きさに於ける變異

縦軸は變異の數を示し横軸は變異値を示す 1-3 は個體 E_s—*Parasalenia* sp. T_e—サンセウウ

結果を示すやうに思はれた。殆んど全く母の通りであつた。第一卵割で染色體の放失は見られなかつた。

第 24 圖は兩種の幼生と兩親に於ける核の大きさの比較を示したものである。核は幼生の後半部に存在した mesenchyme cells (20 個-25 個) のもので、長徑、短徑の平均價を以つて、其の半徑とし、半徑の 3 乗で、球の體積の比を出した (倍率、約 210 倍)。圖中、黒點は各幼生に於ける平均價で、破線は計られた總個數からの平均價である。雜種幼生に於ける總平均價が、サンセウウニのそれに接近してゐるのは、必ずしも染色體の放失を假定しないでも、精子が異種の細胞質の中で、固有の膨脹を成し得なかつた爲と考へてよいと思ふ (第 23 圖・第 24 圖 参照)。

(18) *Parasalenia* sp. ♀ × サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♂

前者の逆交配であるが、極く少量の卵が受精した。雜種幼生は概して強い母方似であつたが、body skeleton は non-basket type で、この點、純粹な patroclinous である。この例は先に筆者が指摘した、complex より simple への單純化の場合で中間型である (第 25 圖 参照)。

(19) コシダカウ = *Mespilia globulus* ♀ × *Parasalenia* sp. ♂

少量の卵が受精した。雜種幼生は健全で、強い母方似であつた (第 26 圖 参照)。

(20) *Parasalenia* sp. ♀ × コシダカウ = *Mespilia globulus* ♂

前者の逆交配であるが、受精は不成功であつた。

(21) コシダカウ = *Mespilia globulus* ♀

× ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♂

極く少量の卵が受精した。其後の發育は觀察しなかつた。

(22) ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♀

× コシダカウ = *Mespilia globulus* ♂

前者の逆交配であるが、受精は不成功であつた。

(23) ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♀

× ガンガゼ *Diadema setosum* ♂

受精は行はれなかつた。

(24) コシダカウ = *Mespilia globulus* ♀

× ガンガゼ *Diadema setosum* ♂

此組合せは異科の關係にある。卵は極く少量受精した。雜種幼生は強い母方似で、骨格に異常を現してゐた (第 27 圖・第 28 圖 参照)。

(25) ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♀

× サンセウウ = *Temnopleurus toreumaticus* ♂

受精は不成功であつた。

(26) シラヒゲウ = *Tripneustes gratilla* ♀

× コシダカウ = *Mespilia globulus* ♂

極く少量の卵が受精した。其後の経過は觀察しなかつた。

第 27—29 圖

27. ガンガゼ *Diadema setosum*
 28. コシダカウ = *Mespilia globulus* ♀
 × ガンガゼ *Diadema setosum* ♂
 29. *Parasalenia* sp. ♀
 × ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♂

- (27) シラヒゲウ = *Tripneustes gratilla* ♀
 × コシダカウ = *Mespilia globulus* ♂
 同 前
 (28) シラヒゲウ = *Tripneustes gratilla* ♀
 × ナガウ = *Echinometra Mathaei* ♂
 同 前
 (29) シラヒゲウ = *Tripneustes gratilla* ♀
 × ムラサキウ = *Heliocidaris crassispina* ♂
 同 前
 (30) ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♀
 × コシダカウ = *Mespilia globulus* ♂
 同 前
 (31) コシダカウ = *Mespilia globulus* ♀
 × ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♂
 同 前

(32) シラヒゲウ = *Tripneustes gratilla* ♀

× ガンガゼ *Diadema setosum* ♂

同 前

(33) *Parasalenia* sp. ♀ × ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♂

少量の卵が受精した。雑種幼生は、殆ど純粋な父方似であつた。骨格に少し異常を示すものがあつた(第29圖 参照)。

(34) スカシクワシバン *Astriclypeus manni* ♀

× ラツパウ = *Toxopneustes pileolus* ♂

此の組合せは異目間の場合である。極く少量の卵が発生したが、其後の経過を観察しなかつた。

第30圖 精子の頭部大いさに於ける變異

縦軸は變異の數を示し、横軸は變異價を示す E—ナガウニ、Te—サンセウニ、
To—ラツパウニ、H—ムラサキウニ、1-4は個體

此處で、興味あることは、ラツパウニを父側に用ひた組合せに、成功の場合が多く、反對に母側に用ひた場合に結果がよくない事である。NEWMAN (1923) は、*Strongylocentrotus franciscanus* と *St. purpuratus* との交雑に於て、*purpuratus* の卵は *franciscanus* の大形なる精子を受けて雑種幼生は雑種強勢を示すが、之に反し *franciscanus* の大形卵

は *purpuratus* の小形精子を受けて早期に死滅した事を報じてゐる。而して前者の場合

第 31—33 圖

31—33 卵×150

31. ラツパウニ

32. サンセウニ

33. ムラサキウニ

を刺戟過度、後者の場合を刺戟不足の爲めであるとした。筆者は試みに、2, 3 の種に於て精子の頭部の大いさを計つて見た所、ラツパウニのものが最大であつた(第 30 圖)。圖中、黒點は各精子の價を示し、破線は計られた總數からの平均價である。頭部を大體、正圓錐體と考へ、 $r^2 \times h$ で體積の比を出した(倍率、約 1300 倍)。

尙、卵の大いさを手許にあつた 3 種の者に於て數個宛描寫したのが、第 31 圖、第 32 圖及第 33 圖である。ラツパウニの卵が著しく大きく、他の二者の間には著しい差異がない。或は核細胞質比の様なものが存在するのかも知れない。而して NEWMAN の場合の様に、こゝでもラツパウニの卵は大き過ぎて刺戟不足となり、之に反して大きな精子は相手の卵を強く刺戟するのもかも知れない。

要 約

(1) 完全な雜種幼生は サンセウニ = *Temnopleurus toreumaticus* ♀ × コシダカウニ = *Mespilia globulus* ♂, 及其逆交配から得られた。

(2) 異常幼生は、第一卵割に於て染色體の放失の行はれたもの、並に行はれないものに於ても、得られた。

(3) 異常の雜種幼生で、著しく多量の色素細胞を有するものがあつた。

(4) 異常の雜種幼生に於ては、遺傳傾向を判別することが出来なかつた。

(5) 分類的位置と、交雜の成否が、一致しない場合があつた。

(6) 一般に母側の遺傳影響が強く、雜種幼生は母方に似る場合が多かつた。

(7) 幼生骨格に顯れる、異常高温に依る病的所産と交雜のための不和合に依る病的所産との間には一貫性があるのではないかと思はれる。

(8) サンセウニの卵は、交雜に對して特に感受性が強い様に思はれる。

(9) 海膽類に於ては、分類學的に觀て交雜可能の範圍が、到底他の動物群の中に見られない廣さである。この見地から海膽類を交雜受精の問題に於ては特殊型に屬すると觀る事が正しいのかも知れない。

Literature

- BOVERI, Th. 1896. Ueber die Befruchtungs- und Entwicklungsfähigkeit kernloser Seeigel-Eier und über die Möglichkeit ihrer bastardierung. Arch. Entw.-Mech. 2.
- 1902. Ueber den Einfluss der Samenzelle auf die Larvencharakter der Echiniden. Arch. Entw.-Mech. 16.
- 1904. Noch ein Wort über Seeigelbastarde. Arch. Entw.-Mech. 17.
- DEBAISIUX, G. 1913. The experimental hybridization of *Echinus miliaris*, *E. esculentus* and *E. acutus*. Quart. J. Micr. Sci. 58.
- DRIESCH, H. 1903. Ueber Seeigelbastarde. Arch. Entw.-Mech. 16.
- FISCHEL, A. 1906. Ueber Bastardierungsversuche bei Echinodermen. Arch. Entw.-Mech. 22.
- GODLEWSKI, E. 1906. Untersuchungen über die Bastardierung der Echiniden u. Crinoidenfamilie. Arch. Entw.-Mech. 20.
- 1908. Plasma und Kernsubstanz in der normalen und der durch äussere Faktoren veränderten Entwicklung der Echiniden. Arch. Entw.-Mech. 26.
- HAGEDOORN, A. L. 1908. On the purely motherly character of the hybrids produced from the eggs of *Strongylocentrotus*. Arch. Entw.-Mech. 27.
- HERBST, C. 1906. Das Beherrschende des Hervortretens der mütterlichen Charaktere (Kombination von Parthenogenese und Befruchtung). Arch. Entw.-Mech. 22.
- HÖRSTADIUS, S. 1936. Studien über Heterosperme Seeigelmerogone nebst Bemerkungen über einige Keimblättchimären. M. Paul Pelseneer.
- LANDAUER, W. 1923. Untersuchungen über die Verschiebung der Vererbungsrichtung bei Echinodermen-Bastardlarven unter dem Einfluss von Ammoniak. Arch. Entw.-Mech. 52.
- LOEB, J. 1908. Ueber die Nature der Bastardlarve zwischen dem Echinodermenei (*Strongylocentrotus franciscanus*) und Molluskensamen (*Chlorostoma funebre*). Arch. Entw.-Mech. 26.
- LOEB, J., KING, W. O. R. u. MOORE A. R. 1910. Ueber Dominanzerscheinungen bei den hybriden Pluteen des Seeigels. Arch. Entw.-Mech. 29.
- MACBRIDE, E. W. 1912. Two abnormal plutei of *Echinus*, and the light which they throw on the factors in the normal development of *Echinus*. Quart. J. Micr. Sci. 57.
- MATSUI, K. 1924. Studies on the hybridization among the echinoderms, with special reference to the behavior of the chromosomes. Jour. Coll. Agric. Tokyo. 7.
- MOORE, A. R. 1911. On Mendelian dominance. Arch. Entw.-Mech. 34.
- 1933. Is cleavage rate a function of the cytoplasm or of the nucleus? Jour. Exp. Biol. 10.
- MORGAN, T. H. 1896. The fertilization of non-nucleated fragment of Echinoderm eggs. Arch. Entw.-Mech. 2.
- NEWMAN, H. H. 1917. On the production of monsters by hybridization. Biol. Bull. 32.
- 1923. Hybrid vigor, hybrid weakness, and the chromosome theory of Heredity. Jour. Exp. Zool. 37.
- NÜMANN, W. 1933. Untersuchungen der Skelette an Varianten, Bastarden und Chimären von regulären und irregulären Seeigeln. Zeits. Ind. u. Vererb. 65.
- 岡田 要 1932. 實驗發生學 岩波講座 生物學.
- ONODA, K. 1936. Preliminary notes on the experiments of hybridization of some Echinoids. Annot. Zool. Japon, 15.
- POUGH, H. H. 1927. Defective pluteus larvae from isolated blastomeres of *Arbacia* and *Echinarchnius*. Biol. Bull. 52.
- SCHMIDT, F. J. 1936. Vergleichende Untersuchungen an Chimären und Bastarden von Seeigelplutei. Arch. Entw.-Mech. 135.
- TENNENT, D. H. 1909. The dominance of maternal or of paternal characters in Echinoderm hybrids. Arch. Entw.-Mech. 29.
- 1910. Variation in Echinoid plutei. Jour. Exp. Zool. 9.

- 1922. Studies of the hybridization of Echinoids, *Cidaris tribuloides*. Paper from Dept. of Mar. Biol. Carnegie Inst. No. 312.
- 1929. Activation of the eggs of *Echinometra mathaei* by sperms of the Crinoids *Comatula pectinata* and *C. purpurea*. Paper from Dept. of Mar. Biol. Carnegie Inst. No. 391.
- UBISCH, M. 1923. Ergebnisse einigen Bastardierungsversuche an Spatangiden mit Echiniden. Arch. f. Zellf. 17.
- 1931, b. Untersuchungen über Formbildung mit Hilfe experimentell erzeugter Keimblattchimären von Echinodermenlarven. Arch. Entw. -Mech. 124.
- 1932. Untersuchungen über Formbildung. III. Ein vorwiegend spekulativer Beitrag zur Frage der Entstehung und systematischen Bedeutung der Seeigelputei Arch. Entw. -Mech. 127.
- 1933. Untersuchungen über Formbildung. IV. Ueber Plutei ohne Darm, Fortsätze ohne Skelett und die Grenzen der virtuellen Keimbezirke. Arch. Entw. -Mech. 129.
- 1933. Untersuchungen über Formbildung. V. Durch reziproke Kombinationen erzeugte Chimären von *Echinocyamus pus.* u. *Parechinus mil.* Arch. Entw. -Mech. 129.
- 1936. Untersuchungen über Formbildung. VII. Arch. Entw. -Mech. 134.

Hybridization Experiments in some Echinoids

KATSUZO ONODA

Nara Higher Normal School for Women

Résumé

- (1) Hybridization experiments have been performed in various combinations among 10 different species of echinoids representing 2 orders, 6 families and 10 genera.
- (2) It is hard to foretell, merely on the basis of systematic affinity of the materials, whether the cross-fertilization will be possible or not.
- (3) The eggs of certain species, for example *Temnopleurus toreumaticus*, seem to be especially liable to be cross-fertilized by sperms of other species even of remote systematic affinity.
- (4) Perfect larvae may be secured in the cross, *Temnopleurus toreumaticus* egg by *Mespilia globulus* sperm, and also in its reciprocal cross.
- (5) In the cross in which the elimination of some chromosomes occurs in early cleavage stages, the hybrid larvae become abnormal. Even in cases where no elimination of chromosome takes place, abnormal larvae may be obtained.
- (6) The genetic affinity of abnormal hybrid larvae can be decided in few cases.
- (7) As a general rule, the maternal influence is stronger on the hybrid larvae than the paternal influence.
- (8) The same kind of abnormality in the larval skeleton may be brought about either by raising water temperature or by hybridization.
- (9) Some hybrid larvae are marked with unusually high pigmentation.
- (10) The echinoids may be considered as representing an exceptional group in the facility of cross-fertilization between species even of very remote relationship.