

大果系イチゴ品種 'アイベリー' の先つまり果発生原因とその対策

第3報 窒素施肥量と施肥時期が果実当たりのそう果数と先つまり果発生に及ぼす影響

森 利樹・西口郁夫

Studies on the Top-stoped Malformation of Fruit in 'Aiberi',
a Large-fruited Strawberry Cultivar

- 3 Effects of the rate and the application time of nitrogen fertilizer applied to the achene number and top-stoped malformation

Toshiki MORI and Ikuo NISHIGUCHI

緒 論

イチゴ大果系品種の 'アイベリー' は、先つまり果と呼ばれる奇形果が多発して商品性の低下を招くことが問題となっている。

吉田ら⁹⁾の報告や本報告第1報⁹⁾によって、先つまり果は、基部の雌ざいと先端部の雌ざいとの間に発育差があり、開花時に先端部の雌ざいが受精可能な段階まで発育していないために発生することが明らかになっている。さらに第2報⁷⁾では、先端部の雌ざいの発育には光合成同化能力が影響しており、同化産物の供給が充分でないときに先つまり果が発生しやすくなることを明らかにするとともに、'アイベリー' の雌ざい数が他品種よりも多いことが先つまり果発生の大きな要因であることを報告した。

この花器当たりの雌ざい数については、品種間の差だけでなく、窒素栄養条件の影響も強く受けているものと考えられる。

しかし、花器の雌ざい数と窒素栄養条件との関係についての研究はなく、また、先つまり果の発生と窒素栄養の関係に関しては吉田ら^{8, 10)}の研究以外にはみられない。

そこで、著者らは、基肥量および花芽分化形成期間中の施肥時期が花器当たりの雌ざい数や花房当たりの花数

に及ぼす影響について検討し、先つまり果発生との関係について明らかにした。

なお、本研究では、スイートコーンの先端不稔にならって、イチゴのそう果または種子については種子として表現してきた。イチゴ果実(偽果)におけるそう果は花器における雌ざいが発達したものであり、そう果の中には1個の種子が存在する。そのため、果実当たりのそう果数、花器当たりの雌ざい数および果実当たりの種子数は同数である。しかし、種子には未熟種子を含まない狭義の意味も存在し、また、イチゴにおいてはそう果の表現が一般的であるため、本報からはそう果と表現する。

材料および方法

試験1：基肥施用量の影響

供試圃場は表層腐植質黒ボク土で、イチゴの作付前にソルゴーを3カ月間栽培した後に圃場外へ搬出した。基肥無施用の土壌ECは0.15 msであった。

試験区には、基肥の窒素成分量を0, 7.5, 15および30 kg/10 aとした4区を設定し、それぞれ、N-0, N-7.5, N-15およびN-30区と表した。1992年9月20日に、各区相当量の配合肥料(新イチゴ配合, N:P₂O₅:K₂O=5:5:5)を基肥として施用した。施

* 本研究の一部は、1991年度園芸学会秋季大会に発表した。

肥直後に‘アイベリー’のポット育苗苗を定植し、慣行の促成栽培により管理した。ただし、追肥は収穫開始まで行わず、以後は適宜全区均一に液肥（住友液肥2号300倍液）を施用した。

土壌のECは定植翌日の土壌を採取して測定した。葉柄中の硝酸態窒素濃度は、定植前、定植7日後および定植40日後に展開第3葉の葉柄搾汁液を用いて、イオン電極法で測定した。生育および収穫調査には各区20株を供試して、収穫した頂果房1番果の果重、そう果数および全そう果数に占める先端部の未熟そう果数の割合（以下、先端不稔種子率という）、ならびに1月から3月までの収量を求めた。

試験2：花芽分化形成期間中の施肥時期の影響

山砂とバーク堆肥を容量比1：1に混合した用土を24cm径の黒ポリポットに約9ℓ充填し、1990年8月29日に‘アイベリー’の慣行ポット育苗苗を1株ずつ定植した。用土の土壌ECは0.19msで、肥料は処理開始まで施用しなかった。

試験区の構成は第1表に示したとおりで、無肥料条件下で花芽の分化形成状態を実体顕微鏡で観察しながら、それぞれの花芽形成段階に達した時点を施肥開始時期とする10の試験区を設けた。

施肥処理は、1鉢当たり固形肥料（IBS1号、N:P₂O₅:K₂O=10:10:10）13.5gを土壌混和し、同時に液肥（住友液肥2号、N:P₂O₅:K₂O=10:5:8）300倍液700ml（N成分：0.30g）を株全体にかけながら灌注した。各区14株を供試した。

第1表 花芽分化形成期間中の施肥時期の影響試験（試験2）における試験区の構成と施肥日

区名	施肥時の花芽形成段階	施肥日
分化前区	花芽分化開始9日前	9/17
分化直前区	花芽分化開始直前	9/23
分化初期区	花芽分化初期	9/26
分化期区	花芽分化期	10/1
花房分化区	花房分化期	10/5
がく片区	がく片形成期	10/9
雄ずい区	雄ずい形成期	10/12
雌ずい初区	雌ずい形成期初期	10/22
雌ずい中区	雌ずい形成期中期	10/29
分化完了区	1番花分化完了	11/9

結果及び考察

試験1：基肥施用量の影響

1. 土壌ECと葉柄汁中硝酸態窒素濃度

定植翌日に採取した土壌のEC（1：5）は、施肥量が多いほど高かった（第2表）。また、定植7日後における展開第3葉の葉柄汁中硝酸態窒素濃度は、土壌ECと同様に基肥施肥量が多いほど高くなった。しかし、40日後では、N-30区では1314ppmと最も高かったが、その他の3区では1000ppm前後で大きな差はなく、一定の傾向は見られなかった（第2表）。

第2表 土壌ECと葉柄汁中硝酸態窒素濃度に基づき基肥施用量の影響

区名	土壌EC (1：5)*	葉柄汁中NO ₃ -N		
		定植前	定植7日後	定植40日後
N-0	0.15 ms	306 ppm	430 ppm	1115 ppm
N-7.5	0.18	306	574	1000
N-15	0.23	306	586	935
N-30	0.26	306	856	1314

* 施肥・定植の翌日に地表下10cm程度の土壌を採取して測定

木村³⁾は、イチゴの好適土壌ECの範囲については諸説があるが、最適ECは0.1～0.3msとしている。本試験では、クリーニングクロープとしてソルゴーを用いたもののイチゴ連作圃場を使用したため、基肥を施用しなかったN-0区でも土壌ECは0.15msであり、全区が最適濃度の範囲内にあった。このため、葉柄汁中の硝酸態窒素濃度は定植7日後ではわずかな差が現れたものの、40日後では大きな差が見られなかったものと考えられる。また、生育にも大きな差は見られなかった。

2. 果実当たりのそう果数

頂果房1番果のそう果数は基肥施肥量が多いほど多くなる傾向がみられた（第3表）。

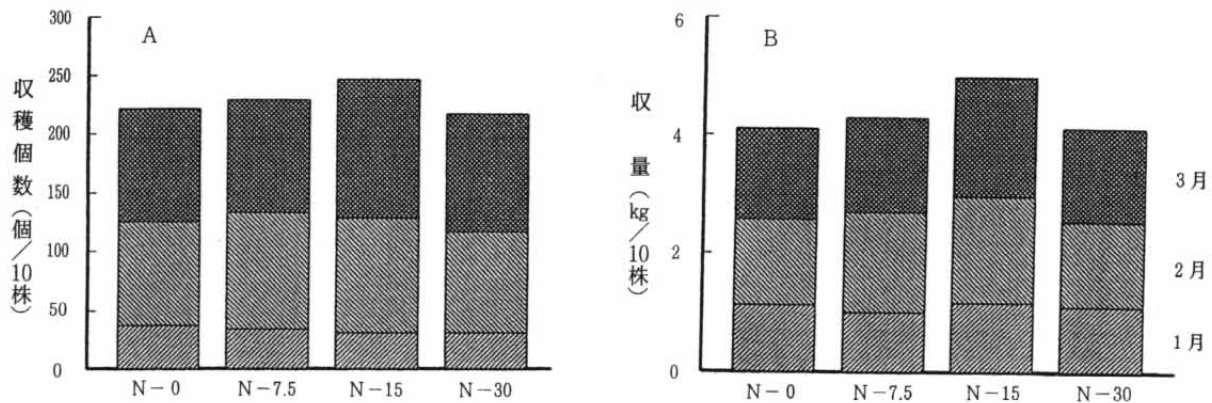
促成栽培では、花芽分化を誘導して分化開始を確認した後に定植する。また、イチゴの花芽分化形成は定植30から37日後の出蕾の直前まで続くことが明らかになっている（森・西口⁷⁾。このことから、基肥施肥量を変えた本試験では、体内窒素濃度に影響した時期が花芽分化形成期間中であつたと考えられることができる。

また、前川・峰岸⁵⁾は、花芽分化誘導期間にあたる短日夜冷処理中に施肥処理を行い、施肥量が多いほど頂果房第1果のそう果数が多くなること、および、その影響による葉の増大が処理後2カ月近くまで認められることを明らかにしている。すなわち、花芽分化誘導期間の育苗時に処理した施肥の影響は、花芽分化形成期間中にあ

第3表 頂花房1番果のそう果数と先つまり果発生に及ぼす基肥施用量の影響

区名	果重	そう果数	先端不稔種子率*	先つまり指数**
N-0	47.8 ^{***} g	565 ^a 個	12.0 ^a %	0.9 ^{ab}
N-7.5	55.4 ^b	608 ^a	11.5 ^a	0.8 ^{ab}
N-15	53.1 ^{ab}	615 ^a	10.4 ^a	0.5 ^a
N-30	53.4 ^{ab}	626 ^a	16.3 ^b	1.5 ^b

* 全種子数にしめる先端部の未熟種子数の割合
 ** 先つまり指数 0：先つまり症状なし 1：先端部に未熟種子群あり 2：先つまり症状小
 3：先つまり症状大
 *** 同一欄内の異なるアルファベット間には、Duncanのmultiple range testによる5%水準の有意差があることを示す。



第1図 收穫個数(A)および収量(B)に及ぼす基肥施肥量の影響

たる定植後でも認められたと考えられる。

したがって、短日夜冷処理中に施肥処理を行った前川・峰岸⁵⁾の試験、および、基肥施用量を変えた本試験では、いずれも花芽分化形成期間中の体内窒素濃度に影響を及ぼして、施肥量が多いほど果実当たりのそう果数が多くなったものと考えられる。

3. 先つまり果の発生

先つまり果の発生程度を示す先端不稔種子率および先つまり指数は、N-15区までの3区の間では大きな差は見られなかったが、最も施肥量が多いN-30区で高くなった(第3表)。

吉田ら¹⁰⁾は、多窒素施与区と少窒素施与区を比較したポット試験の結果から、花托上の雌ずい列数と花托頂部と基部の雌ずいの発育差は、高窒素条件で大きくなり先つまり果の発生を助長するとしている。

本試験の結果でも、施肥量が最も多いN-30区の先端不稔種子率が最大になったことから、高窒素条件が先つまり果の発生を助長することは間違いないものと考えられる。

しかし、果実当たりのそう果数がN-0区からN-30区まで順に多くなった結果とは異なり、先端不稔種子率

および先つまり指数は、N-0区からN-15区までの3区の間には差がなくN-30区だけが大きくなっている(第3表)。

したがって、窒素濃度が高いほど果実当たりのそう果数が多くなるのに対して、先つまり果は、一定の限度を超えて高窒素条件になった場合に、発生が増加するものと考えられる。

4. 収量

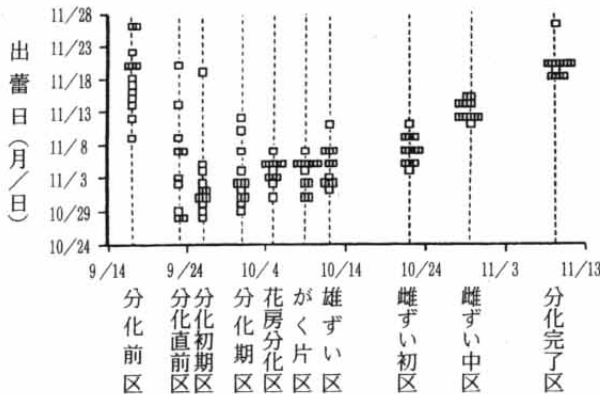
收穫始めから3月末までの收穫個数と収量は、N-15区が最も多かった(第1図)。N-30区は、先つまり果の発生が多かっただけでなく、收穫個数についてもN-15区より劣った。

したがって、収量および先つまり果発生数からみて窒素の基肥量は15 kg/10 a程度の施用が適していると考えられる。

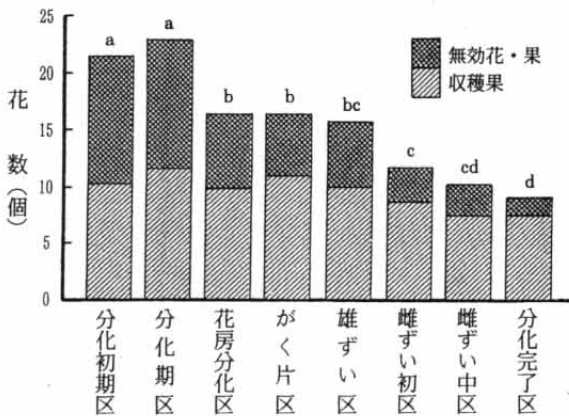
試験2：花芽分化形成期間中の施肥時期の影響

1. 花芽分化形成と施肥時期の関係

検鏡による花芽分化開始は9月26日であり、供試した5株すべてで分化開始にあたる生長点の肥厚が確認できた。その後、無肥料条件において観察を続けたところ、

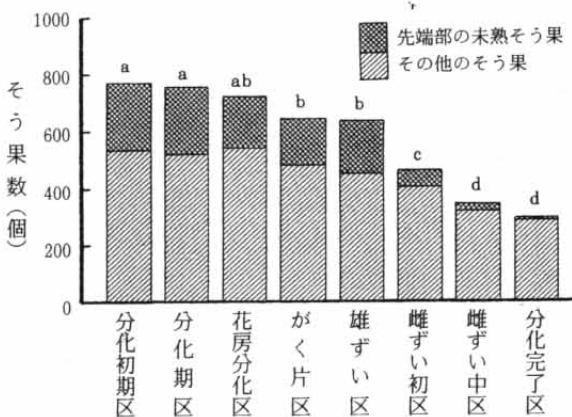


第2図 花芽分化形成期間中の施肥時期と出蕾日の関係



第3図 花芽分化形成期間中における施肥時期の違いが頂花房の花数に及ぼす影響

図中のアルファベットは、異なる文字間に Duncan の multiple range test による 5%水準の有意差があることを示す



第4図 花芽分化形成期間中における施肥時期の違いが頂花房1番果のそう果数に及ぼす影響

図中のアルファベットは、異なる文字間に Duncan の multiple range test による 5%水準の有意差があることを示す

花芽形成に関する個体差は小さく揃いはよかった。

出蕾日の分布に関して、分化前区および分化直前区の施肥では出蕾遅延株が多く見られ、分化初期区が最も早

く、以後の区は順に遅くなる傾向が見られた（第2図）。

木村⁴⁾によると、体内窒素レベルの高低は、花芽分化に強く影響しており、栄養生長から生殖生長への転換は低窒素条件で促進されるが、花芽分化開始後の発育には逆に高窒素条件が促進効果を持つ。

したがって、花芽分化開始以前に施肥した分化前区と分化直前区では、高窒素条件のため花芽分化開始が抑制され、出蕾遅延株が多く見られたものと考えられる。一方、花芽分化開始後に処理を行った分化初期区以降の8区では、花芽分化開始は同時期であり、その後施肥処理までの間は低窒素条件のために花芽の分化形成が緩慢な状態で、施肥処理によって分化形成が早くなったと考えられる。その結果、分化初期区以降の8区の間では早く施肥処理した区ほど出蕾が早くなったものと考えられる。

2. 頂果房の花数の決定時期

花芽分化開始以前に施肥した分化前区と分化直前区は花芽分化開始が遅れた。花芽分化開始までの肥料の溶脱のために、花芽分化に対する施肥の影響の強さが他の8区とは異なると考えられる。そこで、分化前区と分化直前区は調査対象から除外し、花芽分化開始時期が同じであったと考えられる分化初期区以降の8区の間で比較した。

花数は、分化初期区と分化期区が多く、花房分化区から雄ずい区まではほぼ同じで、雌ずい形成期以降は遅い区ほど少なくなった（第3図）。

高窒素条件で花数が増加することは多くの報告で明らかにされている（香川²⁾、岩田・小崎¹⁾）。

また香川²⁾は、露地栽培作型において、9月から12月にかけてそれぞれの時期に施用した窒素の追肥は、1株当たりの開花数を増加させるとしている。追肥時期が早いほどその効果は大きかったが、花芽分化形成との関係については明らかにしていない。

本試験の結果から、花数に対する窒素栄養の影響は花芽分化初期から花房分化期の前までに強く、花房分化期以降は比較的安定するが、分化が完了するまで続くものと考えられる。

3. 果実当たりのそう果数の決定時期

花数の調査と同様に、分化前区と分化直前区は調査対象から除外し、分化初期区以降の8区の間で比較した。

果実当たりのそう果数は、分化初期区が最も多く、以後順に少なくなり、分化完了区で最も少なくなった（第4図）。

イチゴの花芽分化は原基の隆起に始まり、それに続いて、がく片・花弁および雄ずいが順に形成される。続いて

て雌ずいの分化が花托の基部から始まり、順に螺旋状に上部まで分化し、雌ずいの分化が終了して1つの花となる。また、この期間の高窒素条件が、果実当たりのそう果数を増加させることは、試験1で明らかになっている。

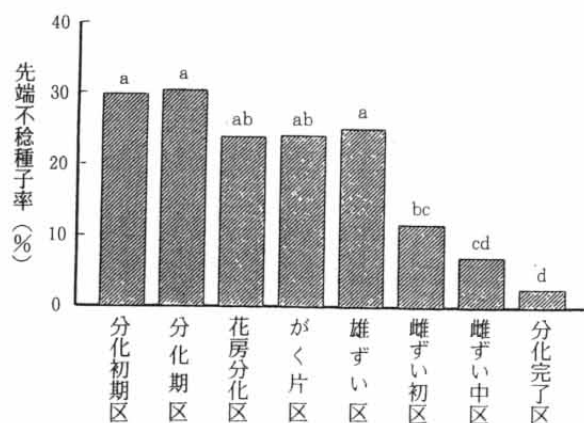
本試験の結果では、雌ずい形成開始直後および雌ずい形成途中に施肥した区（雌ずい初区および雌ずい中区）は、分化完了後に施肥した区よりもそう果数は多くなり、また、施肥時期が早い区ほどそう果数が多かった（第4図）。このことから、雌ずい形成初期に基部の雌ずい配列が決定し、その後、螺旋状に順に上部まで雌ずいが分化していく過程であっても、窒素栄養の影響を受けるものと考えられる。

したがって、雌ずいの分化に対する窒素栄養の影響は分化が完了するまで続いており、果実当たりの雌ずい数は単に花芽分化初期の株状態によって決定されるのではなく、分化始めから完了までの期間の中で段階的に決定されていくものと考えられる。

また、基部の雌ずい数が決定した後であっても、その後の上部への雌ずい分化が環境条件の影響を受けていることから、花芽分化中の環境条件は果実の長さにも影響しているものと推測される。

4. 先つまり果の発生

先つまり果発生の指標である先端不稔種子率は、花芽分化初期に施肥した分化初期区と分化期区で高く、花房分化区から雄ずい区まではほぼ同じで、雌ずい分化期以降は急激に低下した。（第5図）。



第5図 花芽分化形成期間中における施肥時期の違いが先つまり果の発生に及ぼす影響

図中のアルファベットは、異なる文字間に Duncan の multiple range test による5%水準の有意差があることを示す

吉田ら⁸⁾は、花芽形成開始後、窒素施与開始が早いほど、雌ずい列数が増加して花托基部と頂部との雌ずいの発育差が大きくなり、先つまり果が多発したとしている。また、雌ずい分化初期を過ぎれば多窒素施与の影響は小さく、雄ずい分化期頃までの多窒素施肥が奇形果発生に強く影響するとしている。

本試験の結果では、先つまり果の発生に対する窒素栄養の影響は、分化完了まで続いた。しかし、花芽分化初期の影響が大きく、雌ずい分化期以降は比較的小さくなったことは、吉田ら⁸⁾の結果と一致した。雄ずい分化期まで窒素吸収を抑えることが、先つまり果発生の軽減につながるものと考えられる。

窒素吸収を抑えることは花数や果実当たりのそう果数の減少を招くため、先つまり果の発生だけでなく生育状態や収量予測を考察した総合的判断が求められるが、先つまり果の発生軽減を目的とした場合には、追肥の適期は雌ずい形成期以降であると考えられる。

摘 要

イチゴの果実当たりのそう果数、花房当たりの花数と先つまり果の発生に及ぼす窒素施肥量の影響および花芽分化形成期間中の施肥時期の影響について明らかにした。

1. 頂果房1番果のそう果数は基肥施用量が多いほど多くなった。
2. 果実当たりのそう果数に対する花芽分化形成期間中の施肥の影響は、花芽分化初期が最も強く、以後順に小さくなった。基部の雌ずい配列がすでに決定した雌ずい分化期以降でも同様に、施肥時期が遅いほどそう果数は少なくなった。このことから、雌ずいの分化は、分化が完了するまで窒素栄養の影響を受け続けることが明らかになった。
3. 果房当たりの花数に対する花芽分化形成期間中の施肥の影響は、花芽分化初期から花房分化の前までに強く、花房分化期以降は比較的安定するが、分化が完了するまで続いた。
4. 先つまり果の発生は、基肥量が15 kg/10 aまでは大きな差はなかったが、最も施肥量の多い30 kg/10 aで多くなった。
5. 先つまり果発生に対する施肥の影響は花芽分化完了まで続いた。しかし、花芽分化初期の影響が大きく、雌ずい分化期以降は小さくなった。

引用文献

- 1) 岩田正利・小崎 格 (1969) : 窒素供給期間の差異がイチゴの生育・収量に及ぼす影響. 園学雑 38 (1) : 23-28.
- 2) 香川 彰 (1956) : イチゴの収量構成と穂肥の時期. 農及

- 園 31 (12) : 1671-1674.
- 3) 木村雅行 (1959) : 農業技術大系, 栄養生長と生殖生長, 野菜編 3 イチゴ追録第 9 号, 基 89, 農文協.
- 4) 木村雅行 (1959) : 農業技術大系, 花芽の分化と発育, 野菜編 3 イチゴ追録第 9 号, 基 44-45, 農文協.
- 5) 前川寛之・峰岸正好 (1991) : イチゴの花成誘導期における施肥の影響, 奈良農試研報 22 : 43-48.
- 6) 森利樹・庄下正昭・西口郁夫 (1994) : 大果系イチゴ品種 'アイベリー' の先つまり果発生原因とその対策 (第 1 報) 発生原因の解明と各種関連要因の推定, 三重農技研報 22 : 1-6.
- 7) 森利樹・西口郁夫 (1994) : 大果系イチゴ品種 'アイベリー' の先つまり果発生原因とその対策 (第 2 報) 花器の分化形成速度の品種間差と先つまり果の発生に及ぼす光合成同化能力の影響, 三重農技研報 22 : 7-11.
- 8) 吉田裕一・藤目幸擴・中條利明 (1992) : イチゴ '愛ベリー' の花芽発育と奇形果発生に対する窒素栄養の影響, 園学雑 60 (4) : 869-879.
- 9) 吉田裕一・大井美知男・藤本幸平 (1987) : 大果系イチゴの奇形果発生に関する研究 (第 1 報) 奇形果の発生様相と雌ずいの発育について, 農及園 62 (9) 1095-1097.
- 10) 吉田裕一・鈴田恵・時実充洋・藤目幸擴・中條利明 (1991) : イチゴ '愛ベリー' の花器発育に対する日長と窒素栄養の影響, 香川大農学部学術報告 43 (1) : 35-43.

Studies on the Top-stoped Malformation of Fruit in 'Aiberi', a Large-fruited Strawberry Cultivar

- 3 Effects of the rate and the application time of nitrogen fertilizer applied to the achene number and top-stoped malformation

Toshiki MORI and Ikuo NISHIGUCHI

SUMMARY

Two experiments were carried out to clarify the effects of the amount and the application time of fertilizer on the achene number, the flower number and top-stoped malformation, using 4 levels of basal fertilizer (N-content : 0, 7.5, 15 and 30 kg/10a) and 10 starting times of applying fertilizer in various stages during flower-bud formation.

1. The achene number of the primary fruit on the first cluster increased in accordance with the basal fertilizer level.
2. The effect of fertilizer on the achene number was largest at flower bud initiation. From initiation to the end of flower-bud formation, the later the stage was, the smaller number of achene was in order. Also after early stage of pistil differentiation, when the pistils on the proximal part of the receptacle had been differentiated already, the number of achene increased by the effect of the fertilizer.
3. The effect of fertilizer on the flower number continued until the end of flower-bud formation.
4. The top-stoped malformation under 30 kg/10a, which was highest level of nitrogen, occurred more severely than at the other levels.
5. At flower-bud initiation, applying fertilizer made the largest number of top-stoped malformation. This effect was relatively large at cluster, sepal and stamen differentiation stages, and decreased in order after the early stage of pistil differentiation.