

배 품종별 꽃받침 탈리와 유전 양식

강삼석¹ · 김윤경¹ · 최장전¹ · 조광식¹ · 원경호¹ · 이한찬¹ · 유덕준² · 이희재^{2,3*}

¹국립원예특작과학원 배시험장, ²서울대학교 농업생명과학연구원, ³서울대학교 식물생산과학부

Calyx Abscission in Pear (*Pyrus* spp.) Cultivars and Its Inheritance

Sam-Seok Kang¹, Yoon-Kyeong Kim¹, Jang-Jeon Choi¹, Kwang-Sik Cho¹,
Kyeong-Ho Won¹, Han Chan Lee¹, Duk Jun Yu², and Hee Jae Lee^{2,3*}

¹Pear Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Naju 520-821, Korea

²Research Institute for Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

³Department of Plant Science, Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

Abstract. During pear fruit development, calyx can abscise from fruitlet following petal fall. The calyx abscission varies with pear cultivars. The presence of calyx on pear fruit makes the fruit shape calyx end protruded. In the present study, the degrees of the calyx abscission were examined in 120 Southern-type Asian pear (*Pyrus pyrifolia*), 52 Northern-type Asian pear (*P. ussuriensis*), and 34 European pear (*P. communis*) cultivars, and its inheritance was investigated using cross combinations between the Southern-type Asian pear cultivars showing different degrees of calyx abscission. Majority of the cultivars produced < 10% or > 90% calyx-perpetual fruit, but the cultivars producing both calyx-perpetual and -deciduous fruit were in minor frequency. The cultivars producing < 10% calyx-perpetual fruit were in higher frequency in Southern-type Asian, Northern-type Asian, and European pears in that order, while those producing calyx-perpetual fruit were in higher frequency in European, Northern-type Asian, and Southern-type Asian pears in that order. In the cross between the parents producing < 10% calyx-perpetual fruit, most of the F₁ seedlings also produced < 10% calyx-perpetual fruit. In the cross between the parents producing > 90% calyx-perpetual fruit, on the contrary, most of the F₁ seedlings also produced > 90% calyx-perpetual fruit. When the paternal parent produced < 10% calyx-perpetual fruit, most of the F₁ seedlings also produced < 10% calyx-perpetual fruit regardless of the degree of calyx abscission in the maternal parent. When the cross was between the maternal parent producing < 10% calyx-perpetual fruit and the paternal parent showing different degrees of calyx abscission, the F₁ seedlings showed similar degrees of the calyx abscission to those in the paternal parent. These results suggest that the characteristics of the calyx abscission is influenced more greatly by the paternal parent than by the maternal parent, and the calyx abscission in Southern-type Asian pears is a qualitative trait which is governed by dominant gene(s).

Additional key words: calyx-deciduous fruit, calyx-perpetual fruit, fruit development, fruit shape

서 언

꽃받침은 화기를 보호하는 역할을 하고 과실 비대에도 영향을 끼친다(Westwood, 1993). 자방상위과인 감은 꽃받침이 과경부에 위치하며 탈락하지 않고 과실 생육 전반에 영향을 끼치나(Hirano et al., 1995; Yonemori et al., 1995, 1996), 자방하위과인 배는 꽃받침이 과경부에 위치하며 과

실로부터의 탈리가 품종에 따라 양상이 다르게 나타난다. 무채과 품종은 꽃잎이 떨어진 뒤 7-15일에 탈리층의 세포벽이 분해되어 대부분의 꽃받침이 유과에서 자연스럽게 탈락하나 유채과 품종은 수확기까지 대부분의 꽃받침이 남아 있다. 그러나 꽃받침의 탈리 여부는 재배 환경의 조건에 따라 달라져 품종별 유채과의 발생률이 크게 달라지기도 한다. 일반적으로 식물에서의 탈리는 에틸렌에 의해 촉진되며 옥

*Corresponding author: heejlee@anu.ac.kr

※ Received 13 December 2012; Revised 9 August 2013; Accepted 19 August 2013.

© 2013 Korean Society for Horticultural Science

신에 의해 억제되는데(Addicott, 1982; Brown, 1997; Roberts et al., 1984; Van Doorn and Stead, 1997), 배에서는 지베렐린이 꽃받침의 탈리를 억제하는 것으로 알려져 있다(Choi et al., 2000).

배는 크게 남방형 동양배(일본배, *Pyrus pyrifolia*)와 북방형 동양배(중국배, *P. ussuriensis*) 그리고 서양배(*P. communis*)로 나눌 수 있다. 과형은 남방형 동양배가 편원형이나 원형, 북방형 동양배가 장원형, 서양배가 장타원형 또는 표주박형을 주로 보인다. 우리나라에서 재배 중인 배는 대부분 남방형 동양배로 과형이 편원형에서 원형인 품종이 많다. 그러나 ‘금촌추’(‘Imamuraaki’), ‘금촌조생’(‘Geumchonjosaeng’) 등과 같은 품종은 과정부가 돌출한 도원추형의 과형을 보이는데 대부분 꽃받침이 수확기까지 탈락하지 않고 남아 있다(Kang et al., 2007). 배는 품종에 상관없이 낙화가 지연되고 꽃받침의 탈리가 억제되는 경우에는 수확 과실의 대부분이 과정부가 돌출된다(Kang, 2000; Kang et al., 2007; Fig. 1). 특히 우리나라 주요 재배 품종인 ‘신고’(‘Niitaka’)는 과형이 편원형에서 원형이지만 재배 환경에 따라 유체과로 될 경우에는 과정부가 돌출하여 비정형과가 된다(Choi, 2007; Choi

et al., 2000; Jo et al., 2004). 북방형 동양배나 서양배와는 달리 남방형 동양배는 정형과에 대한 소비자들의 요구가 높는데 유체과는 과정부가 돌출되어 상품성이 크게 떨어진다.

탈리는 식물의 생활환에서 중요한 과정으로 수정이 완료된 후 더 이상 필요하지 않게 된 꽃잎과 꽃받침의 탈리에서 관찰할 수 있듯이(Bleecker and Patterson, 1997) 특정 조직을 탈락시키기 위해 계획된 과정을 통하여 일어난다(Roberts et al., 2000). 이때 탈리 정도는 나무의 영양 상태나 외부 환경 요인에 의해서 달라지기도 하는데 기본적으로 꽃받침의 탈리가 이루어지는 위치나 시기 등은 조절 유전자가 관여하여 결정될 것으로 예상된다. 그러나 배 품종별 꽃받침의 탈리 여부와 그의 유전 양식에 대해서는 거의 연구된 바가 없다.

따라서 배 유전 자원의 품종별 꽃받침 탈리 여부를 조사하고 유체과 발생 정도가 다른 품종 간의 교배 조합을 통해 꽃받침 탈리에 대한 유전 양식을 구명하여 정형과 생산을 위한 재배와 육종 연구에 활용할 기초 자료를 얻고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

국립원예특작과학원 배시험장에 재식된 8년생 남방형 동양배(*P. pyrifolia*) 120품종, 북방형 동양배(*P. ussuriensis*) 52품종, 서양배(*P. communis*) 34품종의 유전 자원 전체를 대상으로 2003년, 2004년, 2006년에 유체과 발생률을 조사하였다. 연구에 이용한 유전 자원 중 중간 교잡 품종[‘미니배’(‘Minibae’), ‘진황’(‘Jinhwang’), ‘감천배’(‘Gamcheonbae’), ‘만수’(‘Mansoo’) 등]은 형태적 특성에 따라 양친 중에 더 유사한 중에 포함시켜 학명을 표기하고 남방형 동양배, 북방형 동양배, 서양배로 분류하여 조사하였다. 유체과 발생률은 생리적 낙과가 완료되어 착과가 안정화된 만개 후 30-45

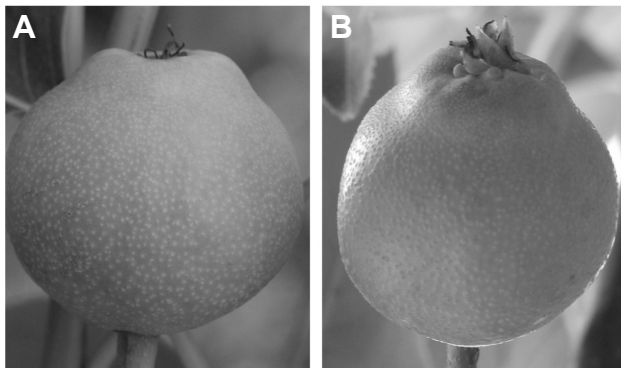


Fig. 1. Typical shapes of calyx-deciduous (A) and -perpetual (B) pear fruit.

Table 1. Cross combinations used for genetic analysis of calyx abscission in *Pyrus pyrifolia*.

Maternal parent	Paternal parent	Crossing year	No. of seedlings	No. of bearing trees
Chuwangbae (> 90%) ²	Chojuro (< 10%)	1996	250	195
	Hosui (< 10%)	1996	335	178
Gamcheonbae (> 90%)	Chuwangbae (> 90%)	1993	208	195
Niitaka (< 10%)	Chojuro (< 10%)	1994	218	172
	Gamcheonbae (> 90%)	1996	413	245
	Geumchonjosaeng (> 90%)	1996	471	317
	Manpungbae (10-30%)	1994	63	51
	Waseaka (< 10%)	1994	93	83
Soowangbae (10-30%)	Manpungbae (10-30%)	1994	486	434
Whangkeumbaе (10-30%)	Chojuro (< 10%)	1996	189	111
	Hayatama (< 10%)	1996	165	150
	Whasan (51-70%)	1996	64	56

²Percentages in parenthesis are the rates of calyx-perpetual fruit.

일에 품종별로 1개의 부주지를 선택하여 30화층에 착과한 과실을 대상으로 꽃받침이 탈리되지 않은 과실 수를 조사하여 산출하였다. 품종별 유체과 발생 정도는 유체과 발생률을 기준으로 < 10, 10-30, 31-50, 51-70, 71-90, > 90%의 6단계로 등급화하였다. 이러한 등급에 따라 2003년에 유체과 발생률이 10% 이하로 분류된 ‘신고’, ‘장십량’(‘Chojuro’), ‘풍수’(‘Hosui’), ‘조생적’(‘Waseaka’), ‘팔운’(‘Hattatsu’), ‘조옥’(‘Hayatama’) 품종, 유체과 발생률이 90% 이상으로 분류된 ‘감천배’, ‘추황배’(‘Chuwhangbae’), ‘금춘조생’ 품종, 유체과 발생률이 10-30%로 분류된 ‘수황배’(‘Soowhangbae’), ‘만풍배’(‘Manpungbae’), ‘황금배’(‘Whangkeumba’) 품종, 유체과 발생률이 51-70%로 분류된 ‘화산’(‘Whasan’) 품종 간의 교배 후대 실생 7-10년생(Table 1)을 대상으로 유체과 발생률을 조사하여 꽃받침 탈리의 유전 양식을 구명하고자 하였다.

결과 및 고찰

배 유전 자원의 꽃받침 탈리

과형이 편원형 또는 원형이 대부분인 남방형 동양배 품종 중에서 유체과 발생률이 10% 이하인 품종의 비율은 68.3%로 높았으며 90% 이상인 품종의 비율은 11.7%였다(Fig. 2A). 과형이 서양배와 유사한 장원형인 북방형 동양배 품종 중에서 유체과 발생률이 10% 이하인 품종의 비율은 38.5%이었으며, 90% 이상인 품종의 비율은 55.8%로 나타났다(Fig. 2B). 그러나 서양배 품종 중에서는 유체과 발생률이 10% 이하인 품종의 비율은 14.7%에 불과하고 90% 이상인 품종의 비율은 79.4%로 높게 나타나(Fig. 2C) 남방형 동양배와는 상반된 결과를 보였다. 배는 일반적으로 무체과 또는 유체과만 발생하는 품종의 비율이 무체과와 유체과가 혼재되어 발생하는 품종의 비율에 비해 상대적으로 높게 나타났으며, 서양배, 북방형 동양배, 남방형 동양배의 순으로 유체과 발생률이 높은 품종의 비율이 높았다(Fig. 2).

남방형 동양배의 경우(Table 2) 우리나라 주요 재배 품종인 ‘신고’, ‘장십량’, ‘만삼길’(‘Okusankichi’), ‘이십세기’(‘Nijisseiki’) 등은 유체과 발생률이 10% 이하로 분류된 반면, ‘추황배’, ‘감천배’, ‘금춘조생’ 등은 유체과 발생률이 90% 이상으로 분류되었다. 또한 ‘황금배’, ‘수황배’, ‘만풍배’ 등은 유체과 발생률이 10-30%로 분류되었으며, ‘원황’(‘Wonhwang’)과 ‘화산’은 각각 유체과 발생률이 31-50%와 51-70%로 분류되었다. 한편 일본의 삼수 품종이라 일컫는 ‘풍수’, ‘행수’(‘Kosui’), ‘신수’(‘Shinsui’) 품종과 주요 재배 품종인 ‘희수’(‘Kisui’), ‘국수’(‘Kikusui’), ‘신세기’(‘Shinseiki’), ‘신흥’

(‘Shinko’) 등도 모두 유체과 발생률이 10% 이하로 분류되어 일본의 경우에는 소비자들이 선호하는 품종이 무체과인 것들이 대부분이었다. 유체과 발생률이 10-30%인 ‘황금배’와 ‘만풍배’, 31-50%인 ‘원황’, 51-70%인 ‘화산’과 같은 품종의 경우에는 정형과 생산을 위해 유체과로 발달할 여지가 있는 유과를 미리 적과해야 하는 등의 추가적인 재배 노력이 요구된다.

북방형 동양배의 경우(Table 3) 주요 재배 품종인 ‘Daxiangshui’는 유체과 발생률이 10% 이하로, ‘Qiuzili’는 90% 이상으로, 또한 우리나라 재래종인 ‘무심배’(‘Musimbae’)가 31-50%인 것으로 분류되었다. 서양배 품종 중 ‘Frontier’가 유체과 발생률이 10% 이하로 분류되었으나 ‘Abaté Fetél’, ‘Anjou’, ‘Bartlett(Williams)’, ‘Clapp’s Favorite’, ‘Conference’, ‘Packham’s

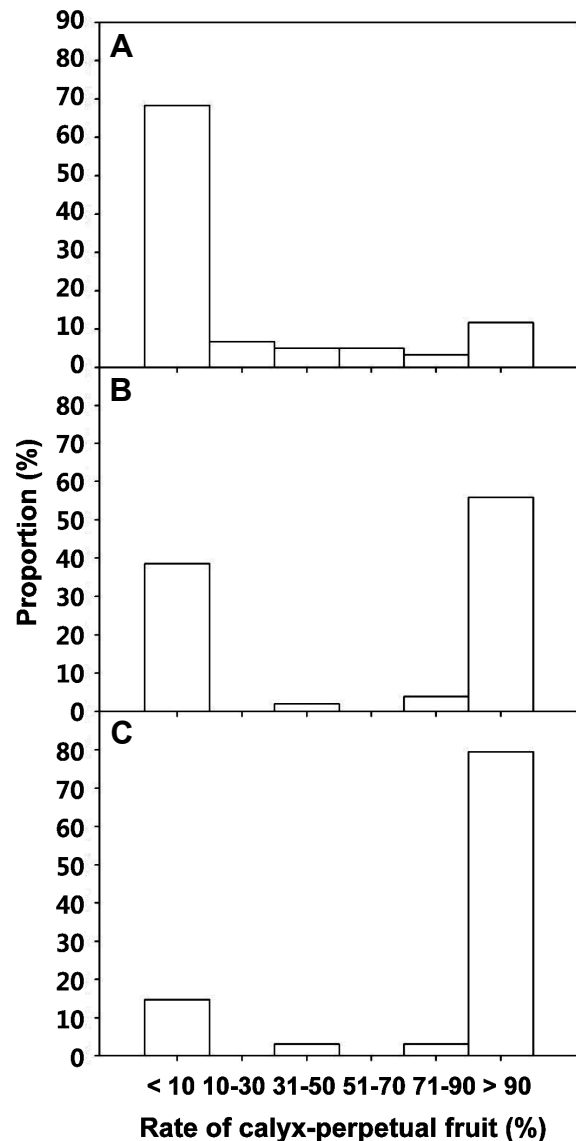


Fig. 2. Distribution of cultivars by the rate of calyx-perpetual fruit in *Pyrus pyrifolia* (A), *P. ussuriensis* (B), and *P. communis* (C) germplasms.

Triumph', 'Passe Crassane' 등은 모두 유체과 발생률이 90% 이상으로 분류되었다(Table 4). 따라서 북방형 동양배와 서양배 품종의 경우에는 꽃받침 탈리 여부에 따른 무체과 또는 유체과로의 과실 발달이 소비자들이 요구하는 과실 품질의 고려 대상이 아니며 오히려 서양배 품종의 경우에는 유체과로서의 과실 형태가 품종 고유의 특성인 것을 확인할

수 있었다.

수확기까지 꽃받침이 남아 있는 과실은 비대가 촉진되고, 꽃받침 부위가 돌출하는 등 과형이 변하고(Choi, 2007; Choi et al., 2000), 꽃받침 부위가 돌출하는 과형을 가진 '금촌조생'은 개화 직후에 인위적으로 꽃받침을 제거할 경우에는 유과의 모양이 원형이나 편원형의 과실로 변하는 것이 확인

Table 2. Classification of pear cultivars in *Pyrus pyrifolia* based on the rate of calyx-perpetual fruit.

Rate of calyx-perpetual fruit	Cultivar
< 10%	Ainashi, Akaho, Akibae, Andongheugsilri, Atago, Bongri, Changningdahuangri, Chanxixueri, Cheongyang, Chikusui, Chilbo, Choju, Chojuro, Chousen, Dongjeri, Fuyuanhuangri, Gamro, Gold-nijisseiki, Gongjusagong, Gumibugogdong, Gwanak, Hakko, Hangangbae, Hattatsu, Hayatama, Hinode, HN-36, HN-39, Hosui, Hougetsu, Hwaseongbibong, Imamuranatsu, Ishiiwase, Jangseongcheongbae, Jangseonghwangbae, Jinhwang, Jinshuisu, Kako, Kikusui, Kimitsukawase, Kisui, Kobi, Kokufu, Kosui, Kozo, Kumoi, Matsushima, Najucheongbae, Niitaka, Nijisseiki, Okusankichi, Osanijisseiki, Saprani I, Seigyoku, Sekaiichi, Sekiryu, Shinchu, Shinil, Shinko, Shinsei, Shinseiki, Shinsetsu, Shinsui, Shironashi, Shugyoku, Sinken, Susei, Sujeongbae, Sunchanggurim, Taihei, Tama, Tosa, Ulreungdocheongbae (A), Waseaka, Wasechojuro, Wasehattatsu, Weiningdahuangri, Xibaqingshui, Yakumo, Yasato, Yeongri, Yewangbae
10-30%	Andonghwangsilri, Asahi, Hanareum, Manpungbae, Shintaihei, Shusui, Soowhangbae, Whangkeumbaebae
31-50%	Gojira, Minibae, Taihaku, Wasehokai, Wonhwang, Yecheoncheongbae
51-70%	Chenjiadama, Josaenghwangkeum, Mansoo, Ninomiyahakuri, Sunhwang, Whasan
71-90%	Andongdangsilri, Cangwudashali, Huangmi, Sunchang
> 90%	Baozhuli, Chuwhangbae, Gamcheonbae, Geumchonjosaeng, Hakataao, Huanghuari, Imamuraaki, Ionashi, Mali, Meigetsu, Mihwang, Ruanxueri, Sangmo, Seongju

Table 3. Classification of pear cultivars in *Pyrus ussuriensis* based on the rate of calyx-perpetual fruit.

Rate of calyx-perpetual fruit	Cultivar
< 10%	Andangxueli, Andongmugbae, Anri, Chinese pear, Dabaosu, Daxiangshui, Gongjupatbae, Haenamchambae, Hamheungri (eul), Hanghong, Hongri, Jingbairi, Jinshiji, Misirazu, Pengju, Qinsu, Suiyanghongri, Wufeng, Yeongmogri, Yuanjianba
10-30%	-
31-50%	Musimbae
51-70%	-
71-90%	Gongjucheongsilri, Inunashi
> 90%	Cheongdangrori, Cheongseori, Cheongsilri, Datouhuangri, Dunggulraebae, Geochangcheongsilri, Ggulbae, Goesanhwangbae, Hamheungri (gab), Hangqing, Huafen36, Huaxiang, Hwangsilri, Ingyebae, Iwateyamanashi, Muju, Pyeongchanggeumsaekri, Qiuzi, Qiuzili, Sandolbae, Sihatue, Soohyangri, Sunchangingyeri, Tianqiuzi, Uljinbae, Ulreungdocheongbae (B), Yangri, Zaohua, Zhongmaoyu

Table 4. Classification of pear cultivars in *Pyrus communis* based on the rate of calyx-perpetual fruit.

Rate of calyx-perpetual fruit	Cultivar
< 10%	Doyenne Deft, Frontier, Max Red Bartlett (4×), Naspati, P-2
10-30%	-
31-50%	Ooharabeko
51-70%	-
71-90%	Old Home
> 90%	Abaté Fetél, Anjou, Bartlett (Williams), Beurré Diel, Beurré Hardy, Bosc-OP-5, Buona Luisa d'Avaranches, Canal, Cascade, Chienpali, Clapp's Favorite, Conference, Decana d'Inverno, Decomad Demozia, Doyenne, Favorite, Gebbat Red, Général Leclerc, Highland, Hules d'Airilles, Jules d'Airrolles, Kiyomaro, Packham's Triumph, Passe Crassane, Pero Volpino, Rosired Bartlett, Taiheiyu

되었다(Kang et al., 2007). 과형이 장원형을 나타내는 서양배와 일부 북방형 동양배에서 유체과 품종이 많은 점과 남방형 동양배 중에서 ‘금춘추’, ‘일노출’(‘Ionashi’) 등 과정부가 돌출한 도원추형 품종은 모두 유체과 품종이라는 점 등으로 보아 유체과 발생 정도와 과형 간에는 비교적 높은 연관성이 있는 것으로 판단되었다.

배 꽃받침 탈리의 유전 양식

유체과 발생률이 10% 이하인 품종 간에 교배한 ‘신고’ × ‘장십랑’과 ‘신고’ × ‘조생적’ 조합 후대에서 유체과 발생률이 10% 이하인 실생의 비율이 각각 84.7과 80.7%이었고, 유체과 발생률이 10-30%인 경우를 포함할 경우 90% 정도였다(Figs. 3A and 3B). 종자친으로 유체과 발생률이 10-30%

이고 화분친으로 유체과 발생률이 10% 이하인 ‘황금배’ × ‘장십랑’과 ‘황금배’ × ‘조옥’ 교배 조합에서는 유체과 발생률이 10% 이하인 실생이 각각 55.5와 33.3%이었고, 유체과 발생률이 10-30%인 경우는 15.3과 22.0%, 유체과 발생률이 31-50%인 경우는 9.1과 12.7%로 유체과 발생률이 10% 이하인 품종 간의 교배 조합에 비해 유체과 발생률이 높은 실생의 비율이 다소 높게 나타났다(Figs. 3C and 3D). 종자친으로 유체과 발생률이 90% 이상이고 화분친으로 유체과 발생률이 10% 이하인 ‘추황배’ × ‘풍수’와 ‘추황배’ × ‘장십랑’ 교배 조합에서 유체과 발생률이 10% 이하인 교배 실생의 유체과 발생률 빈도는 양친이 모두 유체과 발생률이 10% 이하인 교배 조합의 후대에서의와 유사한 분포를 보였다(Figs. 3E and 3F). 종자친으로 유체과 발생률이 10% 이하이고 화

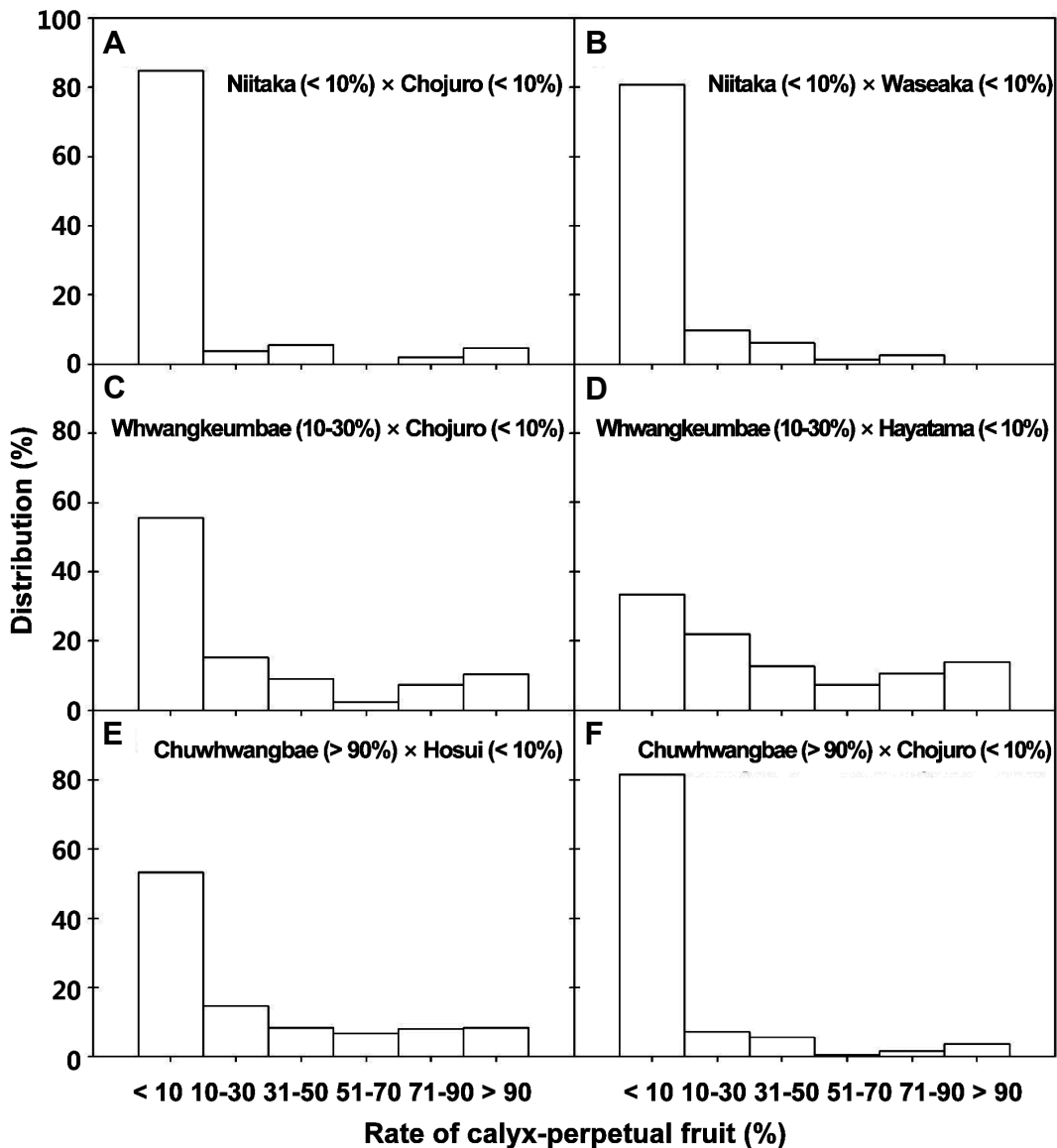


Fig. 3. Distribution of seedlings by the rate of calyx-perpetual fruit in the progenies from different cross combinations of pear cultivars in *Pyrus pyrifolia*. Percentages in parenthesis are the rates of calyx-perpetual fruit.

분친으로 유체과 발생률이 90% 이상인 ‘신고’ × ‘감천배’와 ‘신고’ × ‘금촌조생’ 교배 조합에서의 후대는 유체과 발생률이 10% 이하인 실생과 유체과 발생률이 90% 이상인 실생이 약 25% 수준으로 유사하게 나타났으며, 유체과 발생률이 10-90%까지의 범위인 실생들도 약 10% 수준으로 거의 일정하게 나타났다(Figs. 3G and 3H). 이들 4개 교배 조합의 실생 후대에서 나타나는 유체과 발생률로 보아 후대의 유체과 발생 정도는 종자친보다는 화분친의 특성이 더 많이 나타나는 것으로 판단되었다.

이와 유사한 경향이 화분친의 유체과 발생 정도가 10-30% 또는 51-70%인 교배 조합에서도 나타났다. 종자친으로 유체과 발생률이 10% 이하인 ‘신고’와 화분친으로 유체과 발생률이 10-30%인 ‘만풍배’와의 교배 조합, 유체과 발생률이

10-30%인 종자친 ‘수향배’와 화분친 ‘만풍배’의 교배 조합에서 유체과 발생률이 10% 이하인 실생의 비율이 각각 61.6과 35.9%로 높은 편이나 유체과 발생률이 90% 이상인 실생의 분포도 각각 18.4와 20.5%로 상대적으로 높게 나타났다(Figs. 3I and 3J). 종자친으로 유체과 발생률이 10-30%인 ‘황금배’와 화분친으로 유체과 발생률이 51-70%인 ‘화산’과의 교배 조합에서는 유체과 발생률이 51% 이상인 실생의 비율이 45%로 비교적 높게 나타나(Fig. 3K) 후대에서의 유체과 발생은 종자친보다는 화분친의 특성이 더 많이 나타난다는 것을 재확인할 수 있었다. 유체과 발생률이 90% 이상인 품종 간에 교배한 ‘감천배’ × ‘추향배’의 조합의 경우에는 71.3%의 후대가 유체과 발생률이 90% 이상이었으며, 유체과 발생률이 71% 이상인 교배 실생의 비율이 85.1%로 나타

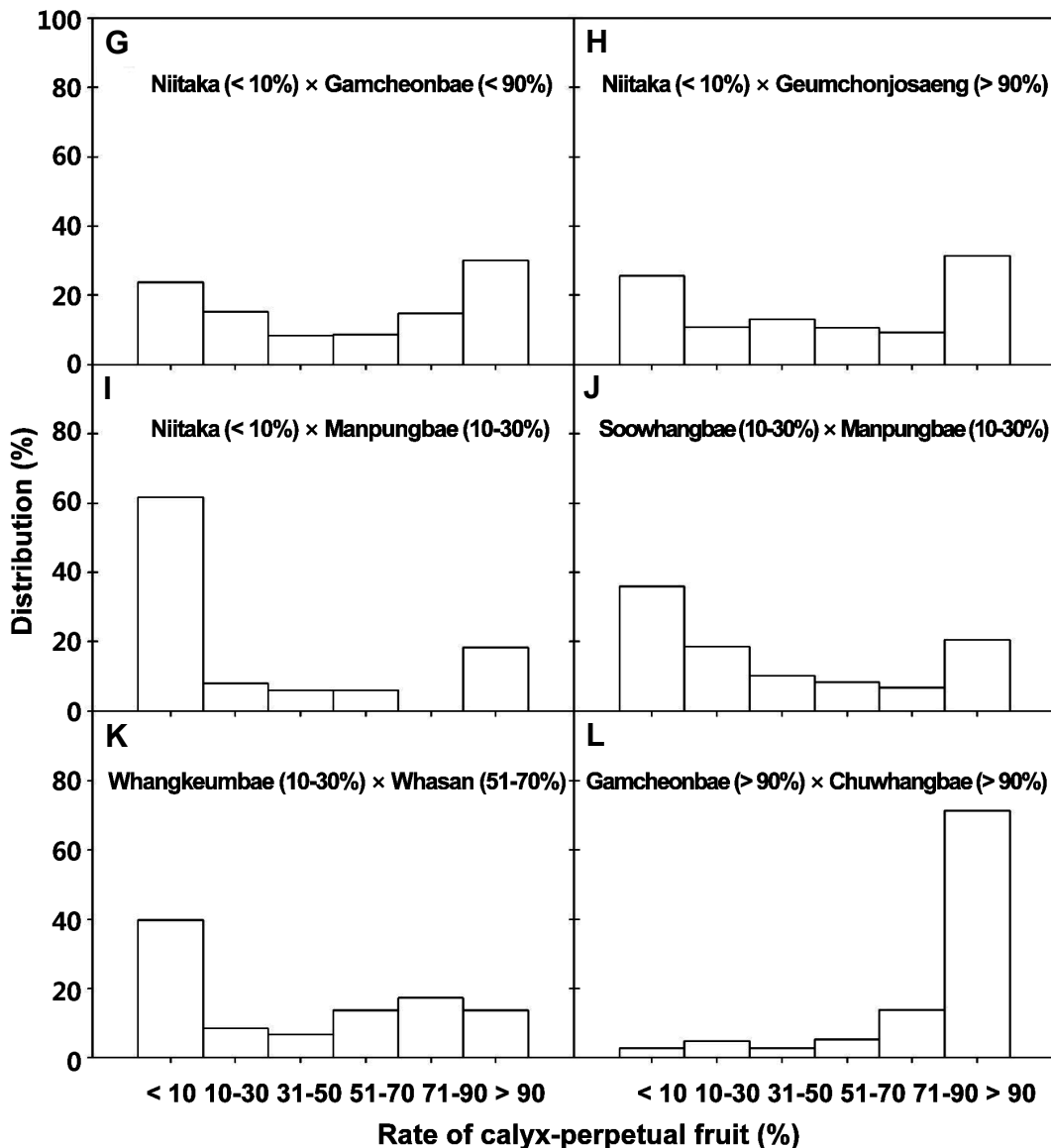


Fig. 3. Continued.

났다(Fig. 3L). 일반적으로 유체과 발생률이 10% 이하인 품종을 종자친 또는 화분친으로 이용한 교배 조합의 후대에서는 유체과의 발생률이 매우 낮은 경향을 보였다. 반면에 종자친과 상관없이 화분친에서의 유체과 발생률이 높아지면 후대에서는 유체과 발생률이 10% 이하인 실생과 유체과 발생률이 90% 이상인 실생의 비율이 비슷하게 높아지거나 유체과 발생률이 10-90%에서 균일하게 분포하여 교배 후대에서의 꽃받침 탈리 정도와 화분친에서의 꽃받침 탈리 정도가 유사한 경향을 나타내었다(Fig. 3).

탈리는 식물체의 다양한 부위에서 일어나고(Esau, 1977; Sexton and Roberts, 1982), 대부분 비슷한 경로를 거쳐 이루어지기(Addicott, 1982; Roberts et al., 2000) 때문에 하나 또는 몇 개의 유전자에 의해 탈리층이 발달되는 것으로 생각된다. 탈리를 위해 어떤 신호들이 분화 초기의 탈리층 세포에 제공되고, 세포와 세포 사이의 상호 작용이 초기의 탈리층 세포에 어떻게 전달되는가에 대한 정보들이 알려지기 시작하였는데(González-Carranza et al., 2002), 탈리가 이루어지는 시기나 위치가 다양하기 때문에 탈리 유전자의 발현을 조절하는 유전자, 즉 특정 부위에서 특정 시기에 탈리를 촉발하는 타이밍 유전자 또는 탈리 유전자의 발현에 필요한 외부 자극 수용체를 생산하는 유전자가 별도로 존재할 것으로 추측된다. 남방형 동양배의 교배 후대에서 나타난 꽃받침 탈리 양상으로 볼 때 꽃받침의 탈리와 관련된 유전에는 꽃받침의 탈리층 형성을 촉진하는 유전자들이 우성으로 작용하는 것으로 판단되었다. 또한 유체과 발생률이 10% 이하인 교배 조합에서는 유체과를 발생하는 후대가 적고, 유체과 발생률이 90% 이상인 교배 조합에서는 유체과를 발생하는 후대가 많은 것으로 보아 꽃받침의 탈리는 질적 유전형질인 것으로 판단된다. 그러나 무체과 품종 중에서도 해에 따라 유체과의 비율이 다소 높게 나타날 수 있는 점은 탈리층을 형성하는 유전자 이외에 나무의 영양 상태나 외부 환경 요인에 의해서 탈리 유전자의 발현을 조절하는 별도의 조절 유전자가 꽃받침의 탈리에 관여할 가능성이 있으므로 앞으로 주동 유전자와 미동 유전자의 관여 여부를 확인하기 위한 유전자 발현 양상의 자료 축적과 분자 유전학적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

초 록

배는 꽃이 진 후 꽃받침의 탈리가 품종에 따라 다르게 나타나는데 품종에 상관없이 꽃받침이 남아 있는 과실은 과정부가 비대하여 돌출하게 된다. 본 연구에서는 남방형 동양배 120품종, 북방형 동양배 52품종 및 서양배 34품종을 대

상으로 꽃받침 탈리 여부에 따른 무체과 또는 유체과로의 발달 유무를 조사하고, 남방형 동양배 품종 간의 교배 조합 후대 실생의 유체과 발생률을 조사하여 꽃받침 탈리에 대한 유전 양식을 구명하고자 하였다. 일반적으로 유체과 발생률이 10% 이하이거나 유체과 발생률이 90% 이상인 품종의 비율이 무체과와 유체과가 혼재되어 발생하는 품종의 비율에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 남방형 동양배, 북방형 동양배, 서양배순으로 유체과 발생률이 10% 이하인 품종의 비율이 높은 반면 서양배, 북방형 동양배, 남방형 동양배순으로 유체과 발생률이 90% 이상인 품종의 비율이 높았다. 꽃받침의 탈리 정도가 다른 품종 간의 교배에서 양친이 모두 유체과 발생률이 10% 이하인 경우에는 대부분의 후대가 유체과 발생률이 10% 이하인 실생이었으며, 양친이 모두 유체과 발생률이 90% 이상인 경우에는 대부분의 후대가 유체과 발생률이 높은 실생이었다. 무체과 품종이 화분친인 경우에는 종자친의 유체과 정도와 상관없이 무체과인 후대가 많은 반면, 종자친이 무체과이고 화분친이 다양한 수준의 유체과 발생률을 나타낸 교배 조합의 경우에는 후대에서 무체과와 유체과 실생의 비율이 유사한 경향을 보여 꽃받침의 탈리는 종자친보다는 화분친의 특성을 더 많이 나타내고 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과로 볼 때, 꽃받침의 탈리 유무는 질적 형질이며 꽃받침의 탈리층 형성을 촉진하는 유전자들이 우성으로 작용하는 것으로 판단되었다.

추가 주요어 : 무체과, 유체과, 과실 발달, 과형

인용문헌

- Addicott, F.T. 1982. Abscission. Univ. of California Press, Berkeley, CA, USA.
- Bleecker, A. and S.E. Patterson. 1997. Last exit: Senescence, abscission, and meristem arrest in *Arabidopsis*. *Plant Cell* 9:1169-1179.
- Brown, K.M. 1997. Ethylene and abscission. *Physiol. Plant.* 100:567-576.
- Choi, J.H., J.K. Kim, H.I. Jang, and W.S. Kim. 2000. Study on the prevention of basin protruded fruits in 'Niitaka' pear. *Agr. Sci. Technol. Res.* 35:57-62.
- Choi, J.J. 2007. Studies on occurrence of calyx fruit in 'Niitaka' pear. PhD Diss., Chonnam Natl. Univ., Gwangju, Korea.
- Esau, K. 1977. Anatomy of seed plants. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA.
- González-Carranza, Z.H., C.A. Whitelaw, R. Swarup, and J.A. Roberts. 2002. Temporal and spatial expression of a polygalacturonase during leaf and flower abscission in oilseed rape and *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 128:534-543.
- Hirano, K., K. Yonemori, and A. Sugiura. 1995. Involvement of sugar metabolism in persimmon growth inhibition by calyx

- lobe removal. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:75-77.
- Jo, J.A., W.S. Kim, and S.H. Lee. 2004. Effects of pruning, GA, and mepiquat on the incidence of malformed fruit shape in 'Niitaka' pear. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 22(Suppl. I):131. (Abstr.)
- Kang, S.S. 2000. Relationship between seed formation and fruit set and development in the oriental pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai). MS Thesis, Seoul Natl. Univ., Seoul, Korea.
- Kang, S.S., K.S. Cho, Y.K. Kim, S.B. Jeong, J.H. Song, and H.J. Lee. 2007. Shape alteration of 'Geumchonjosaeng' pear fruit by removing calyx. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 25:42-46.
- Roberts, J.A., C.B. Schindler, and G.A. Tucker. 1984. Ethylene-promoted tomato flower abscission and the possible involvement of an inhibitor. *Planta* 160:159-163.
- Roberts, J.A., C.A. Whitelaw, Z.H. González-Carranza, and M. McManus. 2000. Cell separation processes in plants: Models, mechanisms, and manipulation. *Ann. Bot.* 86:223-235.
- Sexton, R. and J.A. Roberts. 1982. Cell biology of abscission. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 33:133-162.
- Van Doorn, W.G. and A.D. Stead. 1997. Abscission of flowers and floral parts. *J. Exp. Bot.* 48:821-837.
- Westwood, M.N. 1993. Temperate-zone pomology: Physiology and culture. 3rd ed. Timber Press, Portland, OR, USA p. 259-263.
- Yonemori, K., K. Hirano, and A. Sugiura. 1995. Growth inhibition of persimmon fruit caused by calyx lobe removal and possible involvement of endogenous hormones. *Sci. Hort.* 61:37-45.
- Yonemori, K., A. Itai, R. Nakano, and A. Sugiura. 1996. Role of calyx lobes in gas exchange and development of persimmon fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:676-679.