

インドのワタ *Gossypium hirsutum* L. 栽培における アジア在来ミツバチの有効性

Rachna Gulati, S.K. Sharma and B.S. Chhillar

ワタはインドの北部平原地帯の夏期のエコ産業用作物として重要な位置づけにあり、雇用の創出も極めて大きい。ワタには主に4種の栽培品種があり、その中でアメリカワタ *Gossypium hirsutum* L. (4倍体で2倍体種との交雑はできない) は最重要種で北部インドでは170万 ha の作付面積がある。このワタには季節を通じて35~90種もの昆虫が訪花するが (Sidhu and Singh, 1961; Moffett et al., 1979), ハナバチ類とアシナガバチ類だけが意味のある量の花粉を体に付着させて運ぶことができる。訪花昆虫の中でもセイヨウミツバチは世界中でワタにとって最も重要な送粉者であり、その訪花活動や送粉効率については種々の研究がされてきている。ワタの花粉交配の必要性はインド以外の国で詳しく研究されており、植物一株当たりの蒴果形成や、蒴果当たりの綿量のいずれもが5~40%増加するといわれている (McGregor and Todd, 1956; Franklen and Galun, 1977)。インドでは、害虫 (主なものだけで12種) の発生が知られ、6~8回の農薬散布が害虫の大発生前に行われるが、それに対して、ミツバチによる花粉交配に関する研究は不十分である (Tanda and Goyal, 1979)。

ワタの栽培において、非化学的な害虫防除が普及してきたことで、ワタ農家と養蜂家の協力で蜂場がワタ畑の近辺に設置されるようになってきた。これによってミツバチがこの地域の欠乏期に花粉と蜜を得られるばかりでなく、ワタ農家はミツバチの訪花による収量増や品質の向上、さらには1 ha 当たり50~60 kg にもなるハチミツ生産が期待できる (Crane and Walker, 1983)。こうしたことを前提に、本研

究ではワタの種々の送粉者について、送粉者としての在来種ミツバチの訪花行動について、さらにその訪花行動のワタの収量への影響について調べた。

材料および方法

アメリカワタ (陸地綿) の品種 HS6 を用い、これを推奨栽培方法にしたがって育てた。乱塊法に基づく40 m² の区画を設け、実験自体は2002年の夏に、ヒサールの CCS ハルヤナ農業大学の農場の昆虫学実験区で3回反復して行われた。

訪花昆虫

ワタの花の満開時に花を訪れている昆虫を捕虫網で採集し、シアン化ナトリウムを入れた殺虫管で殺したあと、図鑑等を用いて同定した。

ミツバチ類の訪花頻度

オオミツバチおよびコマツバチについてはその訪花頻度を、1 m² 当たり5分間の訪花個体数をカウンターを使って計数し、その合計によって評価した。計測は7~8時、9~10時、11~12時の3回とし、一時間当たり、1区画について10回これを繰り返した。開花期に、穏やかな晴天日を5日選んで行った。

訪花行動

観察項目としては訪花速度と訪花頻度を見た。訪花速度は1花当たりに要した時間とし、2種のミツバチがそれぞれワタの花から蜜や花粉を得るためにとどまった時間を計測、記録した。計時にはクロノメーターを用い、またミツ

バチの活動がもっとも盛んな時間帯に、各区画ごとに、それぞれの種について10回の観察を行った。訪花頻度は、1分間当たりの訪花数とし、これもそれぞれの種について、カウンターを用いて計数した。

開放系および閉鎖系での花粉交配

畑の地面に立てた4本の木製の支柱を利用して、開花期初期の17本のワタの株をナイロン網で覆い、これを閉鎖系交配区とした。ナイロン網の下部には土をかけてこの囲いの中に昆虫が入れないようにした。同じような草丈で、同じような開花段階の同数のワタを開放系交配区として、タグを付けて識別した。網がけあるいはタグ付け時点で咲いていた花があった場合は摘みとった。この両区画とも一切の薬剤散布はしなかった。この両方の区画について、1株当たりの蒴果数を記録して収穫し、得られた綿の量を電子天秤を用いて1mgの精度で測定した。綿の収穫量の増加率は、次の式によって算出した。

$$\text{増加率} = \frac{\text{開放区収量} - \text{閉鎖区収量}}{\text{開放区収量}} \times 100 (\%)$$

各実験セットから得られたデータは分散分析ANOVAによって統計処理した。

結果および考察

訪花昆虫

表1にはワタの花の満開時期に訪花した昆虫を示した。ハチ目(膜翅目)昆虫は全体の70%を占め、これが送粉者としての実体であるといえる。これまでの研究では、インドでは41種類(Sidhu and Singh, 1961)、アメリカ合衆国ではアリゾナ州で90種類(Moffett et al., 1979)、テキサス州で35種類(Moffett et al., 1980)の訪花昆虫の記録がある。

本研究では、オオミツバチ *A. dorsata* とコミツバチ *A. florea* が、ハリナシバチ *Trigona* sp., ヒメハナバチ *Andrena* sp., アシナガバチ *Polistes* sp., クマバチ *Xylocopa* sp. よりも有意に訪花していた。セイヨウミツバチ *A. mellifera* とトウヨウミツバチ *A. cerana* はワタ

表1 ワタの開花最盛期に見られる訪花昆虫

訪花昆虫	頻度
ハチ目 Hymenoptera*	
ヒメハナバチ <i>Andrena</i> sp.	++
オオミツバチ <i>Apis dorsata</i>	+++
コミツバチ <i>A. florea</i>	+++
アシナガバチ <i>Polistes hebareus</i>	+
ハリナシバチ <i>Trigona</i> sp.	++
クマバチ <i>Xylocopa</i> sp.	+
未同定蜂類	+
ハエ目 Diptera	
イエバエ <i>Musca domestica</i>	+
未同定ハエ類	+
その他	
ワタカメムシ	+

*ハチ目で全体の70%以上を占める

+ = よく見られる訪花昆虫

++ = さらによく見られる昆虫

+++ = 有力訪花昆虫

の送粉者であることは知られているが(Tanda and Goyal, 1979)、今回の実験地の周辺には両種の巣がなく、まったく観察されなかった。

訪花昆虫の中で、ワタカメムシとハエ目(双翅目)の昆虫も観察されている。Free (1993)はオオミツバチ、コミツバチ、セイヨウミツバチ、トウヨウミツバチの他、ハキリバチ類、マルハナバチ、コシブトハナバチ科 *Anthophora confusa*, *Elis thoracica* およびツチバチ類 *Scolia* spp. を有用な送粉者としている。

ミツバチ類の訪花頻度

オオミツバチは5分間に、1m²当たり5.2匹で、コミツバチ(3.9匹)よりも高い頻度でワタを訪れていた(表2)。両種を合わせて一

表2 ミツバチ2種のワタへの訪花頻度

ミツバチ種	時間帯別訪花頻度 (頭数/m ² /5分)			
	7~8時	9~10時	11~12時	平均
オオミツバチ	10.60	4.20	0.80	5.20
コミツバチ	4.40	5.80	1.60	3.93
平均	7.50	5.00	1.20	

※5日間の観察に基づく

有意点 (p<0.05): ミツバチ種 = 1.45

時間帯 = 1.55

ミツバチ種×時間帯 = NS

日の中では7～8時に7.5匹と最も活動性が高く、その後時間の経過とともに低下したが12時まで活動自体は見られた。7～8時にはオオミツバチが優占種で10.6匹に達し、コミツバチは9～10時に優占種となった。これまでの研究では、インドのパンジャブ地方では、8～12時までの間にオオミツバチ、トウヨウミツバチ、コミツバチによって花粉が運ばれると報告されている (Sidhu and Singh, 1961)。同様に、世界各地で正午付近に送粉者の活動が頂点になるとの報告がある (Kaziev, 1958; Wafa and Ibrahim, 1960)。

訪花行動

表3にはそれぞれのミツバチ種の訪花速度(一花当たりの滞在時間)の平均を示した。オオミツバチは有意に短く5.8秒で、コミツバチでは13秒であった。この傾向はニンジン (Sharma and Singh, 1999) とゴマ (Sachdeva et al., 2003) で知られているが、Kumar (1990) と Kaushik et al. (2002) は、それぞれインドナツメ *Ziziphus mauritiana* とシナノキの一種 *Grewia* sp. を訪れる際はコミツバチが他のハナバチ類よりも滞在時間が短いと報告している。

単位時間当たり(5分間)に1匹のミツバチが訪花する花の数はオオミツバチの方が多く、8.2花で、コミツバチの4.8花に較べて有意に多かった。コミツバチはオオミツバチに較べて体躯が小さいので、ワタの花で蜜や花粉を集めるのに時間がかかり、その結果5分間の訪花数が少なくなる。しかしながら、コミツバチはワタの花よりも小さなインドナツメの花ではより多数の花に移動すると報告されている (Kumar, 1990)。

表3 ミツバチ2種のワタ花上の訪花行動

ミツバチ種	1花当たり滞在時間(秒)	訪花数(1頭5分間)	送粉行動
オオミツバチ	5.80	8.20	高い
コミツバチ	130	4.80	高い
平均	9.40	6.50	
CD (p<0.05)	4.74	1.48	

表4 閉鎖系および開放系花粉媒介の収量指標への影響

収量指標	閉鎖区	開放区
蒴果数	34.41	66.11 (47.95)
開裂蒴果数	23.23	48.17 (51.77)
未開裂蒴果数	11.17	17.94 (37.73)
綿重 (g)	82.64	118.70 (30.37)

※全17株の計測値を基にした
括弧内は閉鎖区に対する開放区での増加率

どちらのミツバチもよく働き、花の雌雄蕊間での花粉のやりとりには寄与しているが、オオミツバチの方が多数の花を訪れるためこの頻度は高い。オオミツバチはこれまでも Khan and Afzal (1950) や Sidhu and Singh (1961) によってワタの主要な送粉者であると見なされてきたが、Tanda and Goyal (1979) はセイヨウミツバチやトウヨウミツバチの方が主要な送粉者であるとの報告をしている。

開放系および閉鎖系での交配

閉鎖区のワタは株当たり34.41蒴果にとどまったのに対して、頻繁に送粉者が訪れた開放区ではこれより有意に多い66.11蒴果となった(表4)。開放区のワタでは、蒴果の増加率は47.95%、開裂した蒴果の増加率では51.77%に達した。これまでは、閉鎖区に対してトウヨウミツバチとコミツバチによる送粉で蒴果の増加および蒴果当たりの種子重の増加が報告されている (Sidhu and Singh, 1962)。開放区の株で、送粉者にオオミツバチとコミツバチが優占種として含まれた今回は、収穫された綿重量として30.37%の増加となった。

この結果から、またこれまでの知見からも、ワタは昆虫を送粉者として収穫が増加する作物であることは明らかである (Tanda and Goyal, 1979; Shippey, 1982)。Shippey (1982) はトウヨウミツバチによって35%の綿の増収が、McGregor and Todd (1956) はミツバチによって5～10%の、Galun (1977) は40%の増収が見込めると報告している。

(著者の住所は下記参照

翻訳 中村 純)

引用文献

- Crane, E. and P. Walker. 1983. The impact of pest management on bees and pollination. Tropical Development and Research Institute, London. 129 pp.
- Franklen, R. and E. Galun. 1977. Pollination mechanisms, reproduction and plant breeding. Springer Verlag, Nerlin. 281 pp.
- Free, J. B. 1993. Insect Pollination of Crops. Academic Press, London. 684 pp.
- Kaushik, H. D., S. K. Sharma and S. S. Gill. 2002. J. Agr. Res. 27: 131-132.
- Kaziev, T. I. 1958. Pchelovodstvo 35(8): 28-34.
- Khan, A. H. and M. Afzal. 1950. Indian Cott. Grow. Rev. 4: 227-239.
- Kumar, S. 1990. Studies on insect pollination in ber. M.Sc. Thesis, CCSHAU, Hisar. 45 pp.
- McGregor, S. E. and F. E. Todd. 1956. Glean. Bee Cult. 84: 649-652, 701.
- Moffett, J. O., H. B. Cobb and D. R. Rummer. 1980. Proc. 1980 Beltwide Cotton Res. Conf.
- Moffett, J.O. L.S. Stith and C. W. Shipman. 1979. Am. Bee J. 119(7): 492-493, 542.
- Sachdeva, Y. P. Bhatnagar and R. Gulati. 2003. Ann. Plant Protec. Sci. 11(2): 281-283.
- Sharma, S. K. and J. R. Singh. 1999. Indian Bee J. 61: 75-78.
- Shippey, D. R. 1982. Personal Communication. Quoted in : The impact of pest management on bees and pollination (Crane E, and P. Walker P eds. 1983) 214 pp.
- Sidhu, A. S. and S. Singh. 1961. Indian Cott. Grow. Rev. 15(6): 341-353.
- Sidhu, A. S. and S. Singh. 1962. Indian Cott. Grow. Rev. 16 (1): 18-23.
- Tanda, A. S. and N. P. Goyal. 1979. J. Apic. Res. 18(1): 64-72.
- Wafa, A. K. and S. H. Ibrahim. 1960. Bull. Fac. Agric. Cairo Univ. No. 206. 44 pp.
- RACHNA GULATI, S. K. SHARMA, B. S. CHHILLAR. Foraging behaviour and efficiency of Asian bees in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in India. *Honeybee Science* (2005) 26(1):25-28. Department of Entomology, CCS Haryana Agricultural University, Hisar-125 004, Haryana, India

Insect visitors, bee abundance, foraging behaviour of Asian bees and their effect on yield was studied in American cotton (*Gossypium hirsutum* L.) at CCS Haryana Agricultural University, Hisar during summer, 2002. Asian bees, *Apis dorsata* F. and *A. florea* F. were recorded as predominant visitors of cotton flowers during full bloom period and remained active from 0700- 1200 h. Bee activity was recorded maximum (7.5 bees/ m²/ 5 min.) at 0700-0800 h. *A. dorsata* was considered more efficient pollinator in terms of abundance (5.2 bees/ m²/ 5 min.), foraging speed (5.8 sec/ flower) and foraging rate (8.2 flowers/ bee/ 5 min) as compared to *A. florea*. In open pollinated crop, significant more number of bolls per plant and higher weight of cotton per plant were recorded as compared to plants caged without insects. An increase of 30.37 percent in yield was noticed in open pollinated plants visited predominantly by *A. dorsata* and *A. florea*.