

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea founded in 1981 and 1987, respectively.

미기록 외래잡초 영국갯끈풀의 국내 분포와 식물학적 특성

김은규^{†1*} · 길지현^{†2*} · 주영규³ · 정영상⁴

¹죽전고등학교, ²환경부 국립환경과학원 자연환경연구과,
³연세대학교 생명과학기술학부, ⁴강원대학교 바이오자원환경학과

Distribution and Botanical Characteristics of Unrecorded Alien Weed *Spartina anglica* in Korea

Eun-Kyu Kim^{†1*}, Jihyon Kil^{†2*}, Young-Kyoo Joo³, and Young-Sang Jung⁴

¹Juk-jeon High School, Sugi-Gu, Yongin 448-162, Korea

²Natural Environment Research Division, National Institute of Environmental Research, Incheon 404-708, Korea

³Department of Ecological Engineering, Yonsei University, Wonju, 220-710, Korea

⁴Department of Biological Environment, Kangwon National University, Chuncheon, 200-701, Korea

ABSTRACT We have found the plants belonging to the genus *Spartina* which has not yet been reported for the flora of Korea. This has been distributed at Dongmak seashore in Ganghwado since 2012. These were identified as common cordgrass (*Spartina anglica* C. E. Hubb.) belonging to the family Poaceae, the genus *Spartina*. It is a perennial halophyte as an alien weed that can grow in the tidal flat, native to southern England. Here, we named it for 'Young-guk-Gaet-ggeun-pool' in Korean refer the origin, reported the distribution, spreading condition, and botanical characteristics of common cordgrass. In China, *Spartina anglica* was introduced in 1963, it was approved that it had benefit in a bioengineering side firstly. But it was known that as a highly invasive plant to make a monotype meadow of *Spartina anglica* which has deteriorate the ecological function of saltmarsh. And also it has another problem that is not easy to eradicate. The spreading of *Spartina anglica* which was appeared in the West coast of Korea may threaten severely to the domestic mudflat and estuary ecosystem. For the maintenance of mudflat ecosystem soundly, continuous monitoring and active eradication plans are required.

Keywords: Alien weed, Common cordgrass, Ganghwado, Halophyte

Received on February 16, 2015; Revised on February 27, 2015; Accepted on March 11, 2015

*Corresponding author: Phone) +82-31-8006-0331, Fax) +82-31-266-4682; E-mail) kimest@naver.com
Phone) +82-32-560-7559, Fax) +82-32-567-4102; E-mail) kiljh@korea.kr

†These authors contributed equally to this work.

© 2015 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 언

Spartina 속의 식물은 북남미, 아프리카 및 유럽의 대서양 연안이 원산지로서, 습하고 염도가 높은 환경을 선호하여 주로 갯벌의 조간대와 기수역에 분포하나 내륙의 습지 및 늪지대와 건조한 초원지대에도 분포한다(Peterson et al.,

2007, 2010). 영국 남부 해안 염습지 원산의 *Spartina anglica* Hubb. (Barkworth, 2003)는 *S. alterniflora*, *S. densiflora* 와 더불어 세계의 여러 기수지역과 해안에서 생태공학적 용도로 도입된 바 있으나(Baumel et al., 2002; Chung, 2006; Hedge and Kriwoken, 2000; McCorry and Otte, 2001), 전 세계적으로 환경문제를 일으키는 침입성이 높은 잡초이다

(Partridge, 1987; Thompson, 1991; Gray and Raybould, 1997; Kriwoken and Hedge, 2000; Baumel et al., 2001; Ayres et al., 2004; Levin et al., 2006). 중국에는 1963년도에 도입되어 대미초(大米草)로 불렸고, 중국의 각종 기수지역과 갯벌에 정착, 확산되면서 해안선 보호에 뛰어난 기능을 발휘하였다(Chung, 1985; Chung et al., 2004). 그러나 매우 빠르게 갯벌을 피복하고 단일 초지화시켜, 갯벌을 근거로 살아가는 어류, 저서생물, 철새 등의 다양성이 떨어지며 염습지의 기능을 상실시키는 등의 위해성이 알려졌다(Tong et al., 1985; Reise et al., 2005; Cottet et al., 2007; Tian et al., 2009).

국내에서는 아직 그 유입과 분포에 대해 보고된 바 없으며, ‘위해우려종’으로 지정되어 있다(환경부고시 제2013-147호). 2012년에 강화도 갯벌에서 본 식물을 확인한 이래, 그 분포가 계속 확대되고 있어 국내 생태계 보전을 위한 지속적인 관찰과 연구가 필요하다. 본 연구에서는 국내에서 처음 확인된 *Spartina anglica*의 분포와 식물학적 특성에 대해 보고하고 향후의 확산관리에 필요한 자료를 제시하고자 하였다.

식물학적 특성

- Genus: *Spartina*

- Family: Poaceae
- Place of publication: C. E. Hubbard, Bot. J. Linn. Soc. 76:364. 1978.

• 이 명: *Spartina × townsendii sensu lato*, *Spartina × townsendii* fertile amphidiploid, *Spartina × townsendii* agg (Nehring and Adersen, 2006)

- 일반명: common cordgrass, English cordgrass, rice grass, saltmarsh grass

- 염색체: $2n = 116, 120, 122, 124$ (Cambridge Univ., 2010)

- 국 명: Young-guk-Gaet-ggeun-pul (영국갯끈풀)

• 표본번호: 현지에서 채집하고 표본번호(KEK0001~0006)를 부여하여 보관하였다.

본 논문에서 보고하는 *Spartina anglica* Hubb.는 원산지 및 일반명, 원산지에서의 용도 등을 토대로 국명 ‘영국갯끈풀’로 부르하고자 한다. 분포지는 Fig. 1과 같다. 중국에서는 *S. alterniflora*와의 경쟁에 의해 성장과 번식율이 감소하는 것으로 보고되었다(Bixing and Phillips, 2006; Zhi et al., 2007).

2013년과 2014년도에 강화도 동막 해변에서 채집한 표본의 식물학적 세부 특성은 Fig. 2와 같다.

- 초장: 130~190 cm. 줄기는 비어 있고 마디가 있다. 한 마디의 길이는 약 4.9~5.4 cm 이며 마디는 겉에서 보이지 않는다.

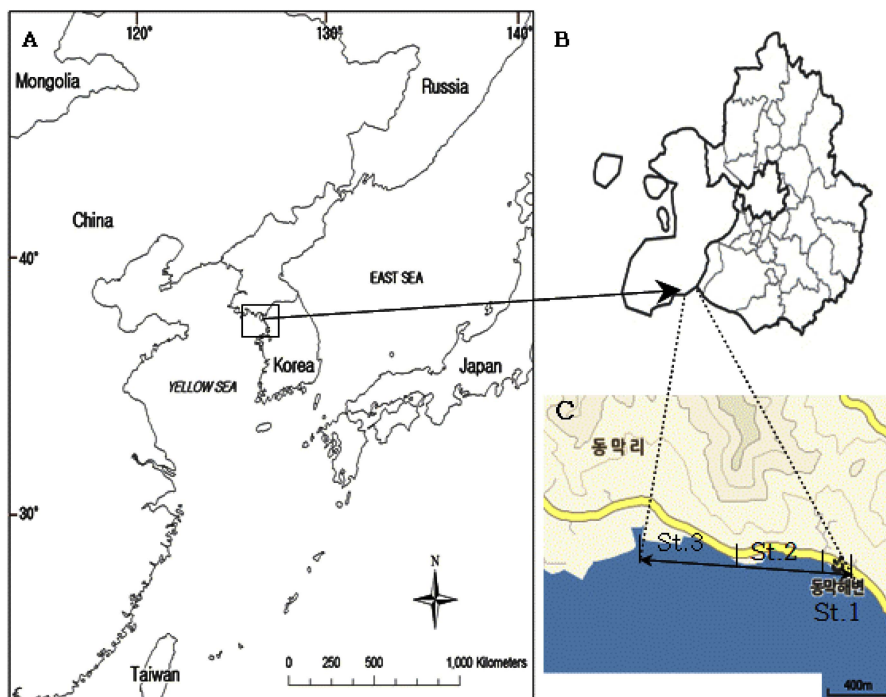


Fig. 1. The study area in Korea. Line indicates *S. anglica* occurred zone. A: Map of Korea; B: Enlarged map of Ganghwa, arrow tip indicate the occurred zone of *S. anglica*; C: *S. anglica* occurred in three sections; Section 1: N 37.35.612, E 126.27.299; Section 2: N 37.35.653, E 126.26.863; Section 3: N 37.35.591, E 126.26.402.



Fig. 2. Pictures showing botanical characteristics of *S. anglica*. A: *S. anglica* forms colony on mudflat. Dieback of leaf blades and culms in last winter still remain in Spring; B: Young shoot clearly shows leaf blade characteristics: does not have a midrib; basal is flat; leaf tips are sharply pointed; C: Leaf blades are light green, young shoots are red or purple. Leaf blades are becoming involute distally, erect or not; D: Flowering on Sep. 2013; E: Stigma 3~7 mm long, anther 2.5~6 mm long; F: Leaf sheath and collar is red or purple; G: Salts extracted out on the surface of stem and leaf. Leaf is glabrous; H: Ligules are 1.5~2 mm in long, not seen on outside; I: Dense fibrous roots; J: Rhizome is hollow, fibrous roots occurred with radiate type; K: Rhizome has fibrous roots on each node; L: Spikelets weakly appressed, closely imbricate; M: Spikelet 0.8~1.7 mm long, 1~2.5 mm wide, does not have awns; N: Keel and body of glumes are moderately pubescent with hairs 0.1~0.3 mm long (Photographs were taken by 60 mm F2.8 macro lens); O: Caryopsis 5~8 mm long, 0.8~1 mm wide; P: Stigma connected to caryopsis with filament.

- 잎: 새싹은 붉은색에서 보라색을 띤다. 잎은 밝은 녹색이며, 잎 폭은 1~1.5 cm, 길이는 40~50 cm 이다. 윗부분의 가장자리는 살짝 안으로 말린다. 길이 1.5~2.0 mm 의 잎혀는 붓과 같은 형태로 매우 촘촘하게 밀생하며 외부에서는 보이지 않는다.

- 꽃: 9월 중순에 개화하고, 화서는 19~35 cm 이다. 수술은 3개, 2.5~6 mm 이다. 상아색의 꽃밥 주머니는 파열하여 노란색의 꽃밥이 돌출한다. 수술대 길이는 7~9.5 mm 이다. 진한 갈색의 세척술 모양 암술은 3~7 mm 이고 암술대의 길이는 3~5.5 mm 이다. 종자는 길이 5~8 mm, 폭 0.8~1 mm 이다. 포영의 용골판과 몸체는 0.1~0.3 mm 의 솜털이 밀생

하고, 포영 기저부의 솜털은 0.5~0.6 mm 로 몸체의 솜털보다 길다. 포영의 끝은 뾰족하나 포영에 까끄라기는 없다.

- 번식: 종자와 뿌리줄기로 번식한다. 뿌리줄기는 속이 비어 있다. 줄기와 연결된 뿌리줄기의 지하부 얇은 곳에서 여러 개의 뿌리줄기가 발생하여 퍼져 나간다. 뿌리줄기는 지하에서 옆으로 뻗거나, 지하 20 cm 이상 깊숙이 들어가거나, 지면 위로 솟아 새로운 지상부 줄기가 되기도 한다. 뿌리는 수염뿌리 모양이며 본 줄기의 지하부에서 방사상으로 촘촘하게 발생한다.

- 생육형: 다년생이나 지상부는 월동하지 못하고 늦가을에 고사해 이듬해 새싹이 올라온다. 주기적인 해수침입에

의해 생육 초기부터 완전 침수가 되는 상태임에도 생육과 번식이 왕성하다.

식별을 위한 분류검색 기준

Spartina 속의 첫 번째 분류기준은 잎몸 가장자리의 거칠거칠함과 매끈함이다(Jeffery, 2012; Barkworth, 2013). 잎몸 가장자리가 매우 거칠거칠한 것에는 *S. densiflora*, *S. pectinata*, *S. gracilis*, *S. patens*가 있고, 잎몸 가장자리가 매끈하고 가끔 적은 수의 흐트러진 돌기가 있으나 많지 않은 것에는 *S. alterniflora*, *S. anglica*, *S. × townsendii* 등이 있다. *S. anglica*는 소화서의 길이가 2~24 cm 이며 일반적으로 화서의 축에 느슨하게 밀착되어 있거나 축에서 벌어지며, 뒤틀려 있지 않다. 포영은 직선 형태이며 포영의 용골판과 몸체 전체는 보통 0.1~0.3 mm 의 밀생한 솜털로 덮여 있고, 솜털의 길이는 0.6 mm 까지 자라기도 하며 소화서는 1~12개이다. *S. alterniflora*는 포영의 몸체에는 털이 없고 포영의 용골판에만 털이 있다. 포영의 몸체에 털이 있는 경우, 아주 성기게 솜털이 있고(Stace, 1991) 소화서는 3~25개이다.

포영의 용골판과 몸체에 밀생한 솜털이 있어 *S. anglica*와 비슷하나 잎혀의 길이, 꽃밥의 길이, 성숙시 꽃밥의 벌어짐에 차이가 있어 다른 종으로 분류되는 것이 있다. *S. anglica*는 잎혀의 길이 2~3 mm, 꽃밥의 길이 5~13 mm, 성숙시에는 꽃밥이 벌어지며, *S. martima*는 잎혀의 길이 0.2~0.6 mm, 꽃밥의 길이 3~6.5 mm, 성숙시에는 꽃밥이 벌어진다. *S. × townsendii*는 잎혀의 길이 1~1.8 mm, 꽃밥의 길이 5~10 mm, 성숙시에도 꽃밥이 벌어지지 않는 특징을 갖는다.

잎몸의 가장자리가 매우 거친 것들은 뿌리줄기의 발달상태도 중요한 분류검색 기준이 된다. *S. spartinae*는 화서가 매우 밀착된 소화서로 구성되어 화서의 외양이 매끈하며 뿌리줄기가 없다. *S. densiflora*와 *S. bakeri*는 소화서가 강하게 벌어져있어 화서의 외양이 매끈하지 않고 뿌리줄기가 없거나 짧고, 줄기는 단단한 매듭모양의 기저부에서 다발로 자라는데 *S. densiflora*는 윗포영에 1개의 잎맥이 있고 *S. bakeri*는 윗포영에 3~4개의 잎맥이 있다. 흰색의 뿌리줄기가 발달한 것에는 *S. gracilis*와 *S. patens*가 있는데 이들은 윗포영에 까끄라기가 없거나 2 mm 정도의 까끄라기가 있으며 *S. gracilis*는 포영 용골판에 0.5~0.8(~1) mm 의 뺏뺏한 섬모가 있고 낱꽃의 길이가 윗포영과 거의 같고, *S. patens*는 포영용골판이 0.1~0.2 mm 의 이빨 모양돌기로 거칠거칠하고 낱꽃의 길이가 윗포영 보다 짧다. 밝은 갈색 내지 갈색 빛이 도는 자주색의 뿌리줄기가 발달한 것은 *S. pectinata*이며 이것은 윗포영에 3~8 mm 의 두렷한 까끄라기가 있다.

생태 및 피해

주기적 침수가 일어나는 저조선에서 만조선까지 모두 분

포한다. 줄기, 잎을 통해 염분을 배출하는 염생식물이다. 개체로 발생하나 점차 원형 집락을 형성하고, 개개의 원형 집락은 단일화된 대형 단일 집락을 형성한다. 2014년 현재 영국갯끈풀(*S. anglica*)은 강화도의 동막 해변에 소수의 집락이 형성되어 있고, 동막 해변에서 서쪽으로 진행하면서 대규모의 집락이 형성되어 있어 처음 조사가 이루어진 2012년 이전에 정착한 것으로 판단된다.

영국갯끈풀을 포함한 *Spartina* 속 식물의 갯벌 및 기수역 침입은 전 세계적으로 매우 중요한 환경문제가 되고 있다. 이들 *Spartina* 속 식물은 지상부의 밀집 성장으로 피복이 빠르고 뿌리의 결합에 의해 토양을 고정시키므로(Christiansen et al., 2000) 해안선 보호를 위한 생태공학적 용도로 여러 나라에 도입되기도 하였다. 그러나, 기존의 염생식물을 대체하여 갯벌이 *Spartina* 속 단일 종으로 초지화되어 갯벌 생태계에 심각한 교란을 유발하고 지하의 뿌리와 뿌리줄기의 연결이 그물처럼 밀집되면서 저서 생물 서식에 부적합한 환경으로 바뀐다(Normile, 2004). 또한, 방대한 뿌리와 밀집한 줄기가 물의 흐름을 느리게 하고, 침전물을 가두어 갯벌 표고를 높여 갯벌은 육상화되어 본래의 기능을 상실하게 된다(Daehler and Strong, 1994; He et al., 2011). 이런 결과는 갯벌에 의존하는 조류와 철새에 불리할 뿐 아니라 인간의 갯벌 이용에도 문제가 되며, 갯벌의 위락적 기능도 저하시키게 된다. 따라서, *Spartina* 속 식물에 의한 사회 경제적 비용의 증가(Daehler and Strong, 1996; Mooney et al., 2005)에 대한 외국의 사례를 고려할 때, 영국갯끈풀의 분포 확인은 중요한 의의를 갖는다.

방제

Spartina 속 식물의 제거를 위해 외국에서는 손 또는 삽을 이용하여 직접 뽑아내거나 태워서 제거하는 물리적 방법, 봄철에 직경 1~10 m 이내의 작은 군락의 줄기를 베어내 검정비닐로 완전히 피복한 후, 약 4개월 정도 경과시켜 제거하는 햇빛 차단 방법, 연 8~9회 반복 제거하며 특히 가을에 새싹을 뿌리 깊이까지 완전히 베어내는 방법, 점토나 준설물로 매립하여 제거하는 방법(Yuan et al., 2011), 이 식물을 먹이로 하는 곤충을 이용한 생물학적 방법(Grevstad et al., 2003), 비선택성 제초제인 Glyphosate 또는 Imazapyr를 쉼물시에 살포하여 제거하는 화학적 방법 등이 적용되고 있다(Kim, 2002).

본 속의 식물은 번식력과 생존력이 강하여 씨앗 또는 베어낸 후 뿌리나 뿌리줄기가 붙어있는 작은 식물 조각들이 조류를 타고 이동하다가 정착하여 번식하는 경우도 있고, 사람이 접근하기 어려운 곳에도 발생하고 있어 근절이 매우 어려운 것으로 알려져 있다(Wu, 1999; Mateos-Naranjo et al., 2012). 중국에서는 이미 위해성이 알려졌고, 일본에

서는 미정착한 것으로 보고되고 있으나(NIES, 2015) 특정 외래생물로 정해져, 일본의 외래생물법(MEJ, 2015)에서도 수입, 이동, 보관 등이 금지되어 있다. 본 식물은, 국내에서 최초 확인 이래, 매년 그 분포가 넓게 확대되고 있어 국내 생태계의 건전한 관리 및 보전을 위한 지속적 모니터링과 관리가 반드시 필요하며, 다른 지역에도 침입되었을 가능성에 대해 현지조사를 하고, 확산을 방지하기 위한 지속적 감시와 관리대책이 필요하다.

요 약

영국갯끈풀(*Spartina anglica*)은 영국 남부해안 원산의 다년생 염생 잡초로, 2012년 강화도 동막 해변에서 분포가 최초로 확인되었다. 이에 분포 및 확산실태를 보고하며 식별을 위한 식물학적 특성을 제시하였다. *Spartina* 속은 중국을 포함한 세계 여러 나라에 도입되어 생태공학적 측면의 장점이 인정되었으나, 갯벌을 단일 초지화시키면서 염습지의 생태적 기능을 상실시키는 침입성이 강한 식물로 알려졌고, 제거가 쉽지 않아 관리에 어려움을 겪고 있다. 한국의 서해안 갯벌에서 출현한 영국갯끈풀의 확산은 국내 갯벌 생태계에 심각한 위협을 초래할 수 있으므로 적극적인 제거방안 수립과 지속적인 관찰이 필요하다.

주요어: 강화도, 염생식물, 외래잡초, common cordgrass

Acknowledgements

Spartina anglica was found on the while an investigation of halophytes for preparing an article in 'Nature and Eco (vol. Nov., 2012)'. I'm grateful to Dr. Kim, M.C. of SOKN Institute of Ecology & Conservation; Editor-in chief Mr. Jo, Y.K., reporter Mr. Jung, B.G. and Lee, M.K. of 'Nature and Eco'. And also Mr. Park, S.H. in Korea National Arboretum who gave advice for identification. Special thanks to Prof. Barkworth, M.E., Director of Intermountain Herbarium in Utah State University for her guidance and effort to identify *Spartina* sp.

References

Ayres, D.R., Smith, D.L., Zaremba, K., Klohr, S. and Strong, D.R. 2004. Spread of exotic cordgrasses and hybrids (*Spartina* sp.) in the tidal marshes of San Francisco Bay, California, USA. *Biol. Invasions* 6(2):221-231.

Barkworth, M.E. 2003. *Spartina* Schreb., pp. 240-250. In:

Barkworth, M.E., Capels, K.M., Long, S. and Piep, M.B. (Eds). *Flora of North America North of Mexico, Volume 25: Magnoliophyta: Commelinidae (in part): Poaceae, Part 2.* Oxford Univ. Press, Oxford, UK.

Barkworth, M.E. 2013. *Spartina* Schreb. Revised treatment. <http://herbarium.usu.edu/treatments/Spartina.htm> (Accessed Mar. 1, 2015).

Baumel, A., Ainouche, M.L. and Levasseur, J.E. 2001. Molecular investigations in populations of *Spartina anglica* C. E Hubbard (Poaceae) invading coastal Brittany (France). *Mol. Ecol.* 10:1689-1701.

Baumel, A., Ainouche, M.L., Bayer, R.J., Ainouch, A.K. and Misset, M.T. 2002. Molecular phylogeny of hybridizing species from the genus *Spartina* Schreb. (Poaceae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 22(2):303-314.

Bixing, S. and Phillips, S.M. 2006. *Spartina*, pp. 493-494. In: Zhengyi, W., Raven, P.H. and Deyuan, H. (Eds). *Flora of China, Volume 22: Poaceae.* Missouri Botanical Garden Press, St. Louis. USA.

Cambridge University. 2010. *Flora Europaea*, p. 259. In: Tutin, T.G., Heywood, W.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., et al. (Eds). *Volume 5: Alismataceae to Orchidaceae (Monocotyledones).* Cambridge Univ. Press, Cambridge. UK.

Christiansen, T., Wilberg, P.L. and Milligan, T.G. 2000. Flow and sediment transport on a tidal salt marsh surface. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 50:315-331.

Chung, C.H. 1985. Brief history of *S. anglica* and research work abroad. *J. Nanjing Univ. (Research advances in Spartina, Natural Science)*. pp. 1-30. (special issue)

Chung, C.H., Zhuo, R.Z. and Xu, G.W. 2004. Creation of *Spartina* plantations for reclaiming Dongtai, China, tidal flats and offshore sands. *Ecol. Eng.* 23(3):135-150.

Chung, C.H. 2006. Forty years of ecological engineering with *Spartina* plantations in China. *Ecol. Eng.* 27:49-57.

Cottet, M., Nontaudouin, X., Blanchet, H. and Lebleu, P. 2007. *Spartina anglica* eradication experiment and *in situ* monitoring assess structuring strength of habitat complexity on marine macrofauna at high tidal level. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 71:629-640.

Daehler, C.C. and Strong, D.R. 1994. Variable reproductive output among clones of *Spartina alterniflora* (Poaceae) invading San Francisco Bay, California: the influence of herbivory, pollination, and establishment site. *Am. J. Bot.* 81(3):307-313.

Daehler, C.C. and Strong, D.R. 1996. Status, prediction and prevention of introduced cordgrass *Spartina* spp. invasions in Pacific estuaries, USA. *Biol. Conserv.* 78(1-2):51-58.

Gray, A.J. and Raybould, A.F. 1997. The history and evolution of

- Spartina anglica* in the British. Proc. 2nd. Inter. Conf., Univ. Washington. pp. 5-8.
- Grevstad, E.S., Strong, D.R., Garcia-Rossi, D., Switzer, R.W. and Wecker, M.S. 2003. Biological control of *Spartina alterniflora* in Willapa Bay, Washington using the planthopper *Prokelisia marginata*: agent specificity and early results. Biol. Control 27(1):32-42.
- Hedge, P. and Kriwoken, L.K. 2000. Evidence for effects on *Spartina anglica* invasion on benthic macrofauna in Little Swanport estuary, Tasmania. Austral Ecol. 25:150-159.
- He, Y., Li, X., Craft, C., Ma, Z. and Sun, Y. 2011. Relationships between vegetation zonation and environmental factors in newly formed tidal marshes of the Yangtze River estuary. Wetl. Ecol. Manag. 19(4):341-349.
- Jeffery, M.S. 2012. Taxonomic synopsis of invasive and native *Spartina* (Poaceae, Chloridoideae) in the Pacific Northwest (British Columbia, Washington and Oregon), including the first report of *Spartina ×townsendii* for British Columbia, Canada. PhytoKeys 10:25-82.
- Kim, P. 2002. Smooth Cordgrass (*Spartina alterniflora*) Control with Imazapyr. Weed Technol. 16(4):826-832.
- Kriwoken, L.K. and Hedge, P. 2000. Exotic species and estuaries: managing *Spartina anglica* in Tasmania, Australia. Ocean Coast. Manag. 43:573-584.
- Levin, L.A., Neira, C.A. and Grosholz, E.D. 2006. Invasive cordgrass modifies wetland trophic function. Ecol. 87(2):419-432.
- Mateos-Naranjo, E., Cambrolle, J., De Lomas, J.G., Parra, R. and Redondo-Gomez, S. 2012. Mechanical and chemical control of the invasive cordgrass *Spartina densiflora* and native plant community responses in an estuarine salt marsh. J. Aquat. Plant Manag. 7:106-110.
- McCorry, M.J. and Otte, M.L. 2001. Ecological effects of *Spartina anglica* on the macro-invertebrate infauna of the mud flats at Bull Island, Dublin Bay, Ireland. Web Ecol. 2:71-73.
- MJE (Ministry of the Environment, Japan). 2015. The Invasive Species Act. <http://www.env.go.jp/en/nature/as.html> (Accessed Mar. 1, 2015).
- Mooney, H., Cropper, A. and Reid, A. 2005. Confronting the human dilemma. Nature. 434(7033):561-562.
- NIES (National Institute for Environmental Studies). 2015. Invasive species of Japan. <http://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/81160e.html> (Accessed Mar. 1, 2015).
- Nehring, S. and Adersen, H. 2006. NOBANIS-Invasive alien species fact sheet-*Spartina anglica*. In: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species. <http://www.artportalen.se/nobanis> (Accessed Mar. 1, 2015).
- Normile, D. 2004. Expanding trade with China creates ecological backlash. Sci. 306:968-969.
- Partridge, T.R. 1987. *Spartina* in New Zealand. N. Z. J. Bot. 25:567-575.
- Peterson, P.M., Columbus, J.T. and Pennington, S.J. 2007. Classification and biogeography of New World grasses. Chloridoideae. Aliso 23:580-594.
- Peterson, P.M., Romaschenko, K. and Johnson, G. 2010. A classification of the Chloridoideae (Poaceae) based on multi-gene phylogenetic trees. Mol. Phylogenet. Evol. 55:580-598.
- Reise, K., Dankers, N. and Essink, K. 2005. Introduced species. In: Essink, K., Dettmann, E., Fracke, H., Larusen, K., Marencic, H. et al. (Eds.) Wadden sea quality status report 2004. Wadden Sea Ecosyst. 19:155-161.
- Stace, C. 1991. New flora of the British Isles, pp. 1084-1085. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
- Thompson, J.D. 1991. The biology of an invasive plant: what makes *Spartina* so successful? Biosci. 41:393-401.
- Tian, J.Y., Shen, B.Z., Li, J.Q., Yu, X. and Shi, D.L. 2009. Yellow River Delta *Spartina* spp. distributed shoal zoobenthos. Mar. Environ. Sci. 28(6):687-690.
- Tong, Y.R., Meng, W.X. and Wu, Q. 1985. A preliminary survey of animals in *Spartina anglica* marsh. J. Nanjing Univ. (Special issue for research advances in *Spartina*: achievements of past 22 years). pp. 133-140.
- Wu, M.Y., Hacker, S., Ayres, D. and Strong, D.R. 1999. Potential of *Prokelisia* spp. as Biological Control Agents of English Cordgrass, *Spartina anglica*. Biol. Control. 16(3):267-273.
- Yuan, L., Zhang, L., Xiao, D. and Huang, H. 2011. The application of cutting plus waterlogging to control *Spartina alterniflora* on saltmarshes in the Yangtze Estuary, China. Estuar. Coast. Shelf Sci. 92(1):103-110.
- Zhi, Y., Li, H., An, S., Zhao, L., Zhou, C., et al. 2007. Inter-specific competition: *Spartian alterniflora* is replacing *Spartina anglica* in coastal China. Estuar. Coast. Shelf Sci. 74:437-448.