

<Note>

한국의 제주에서 발견된 바다거북 잡종 (*Caretta caretta* x *Chelonia mydas*)에 대한 첫 보고

구 교 성 · 한 상 현¹ · 오 흥 식*

제주대학교 과학교육과, ¹제주대학교 교육과학연구소

First Report of a Hybridization between *Caretta caretta* and *Chelonia mydas* from Jeju Island, South Korea

Kyo-Soung Koo, Sang-Hyun Han¹ and Hong-Shik Oh*

Department of Science Education, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

¹Education Research Institute, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

Abstract - In this study, we report for the first time a hybridization between *Caretta caretta* and *Chelonia mydas* in South Korea. On 7th May 2012, a sea turtle (Jeju sea turtle 01, JST01) was found in the east coast of Jeju Island, South Korea. The morphological characteristics of JST01 were compared with those of *C. caretta* and *C. mydas* that were frequently observed in Korean Seas. Interestingly, JST01 showed similar morphological characters such as body color, appearance of carapace, shape of upper beak, serration on marginal scute, and two claws with those of *C. caretta*. On the other hand, JST01 showed also similar patterns in several characteristics including the numbers of marginal, inframarginal and costal scute, smooth carapace without keel, no contact between costal scute and nuchal scute with those of *C. mydas*. From these results, we suggest that JST01 is one of hybrid animals bred between *C. caretta* and *C. mydas*, because JST01 has species-specific characters from both species. We anticipate that our study would be useful and have significant impact onto study inter-specific hybridization in the groups of sea turtle.

Key words : Loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, green sea turtle, *Chelonia mydas*, hybridization

바다거북과 (Cheloniidae)는 전 세계적으로 6종 (*Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Eretmochelys imbricata*, *Lepidochelys kempii*, *Lepidochelys olivacea*, *Natator depressus*)이 알려져 있으며, 국제적 멸종위기종으로 분류되어 관리되고 있다 (Marquez 1990; IUCN 2014). 현재까지 국내에서 발견된 바다거북과의 바다거북은 *Chelonia mydas* (green sea turtle, 푸른바다거북), *Caretta caretta* (loggerhead sea

turtle, 붉은바다거북), *Eretmochelys imbricate* (hawksbill sea turtle, 매부리바다거북) 3종이 보고되었다 (Kang and Yoon 1975; Moon *et al.* 2009, 2011; Jung *et al.* 2012). 국내에서 발견되는 대부분의 바다거북은 이동 중 혼획되거나 태풍과 같은 기상현상에 의한 좌초 및 질병에 의해 사망한 채 해안으로 밀려와 발견되었다 (Wyncken 2001; Jung *et al.* 2012). 특히 제주도에서는 연간 10여 마리에 바다거북들이 언론이나 해양경찰, 수산업 관계자들에 의해 관찰되거나 어업에 의해 혼획되고 있다.

거북목 (Testudinata)에서의 잡종형성 (hybridization)은

* Corresponding author: Hong-Shik Oh, Tel. 064-754-3283, Fax. 064-725-4902, E-mail. sciedu@jejunu.ac.kr

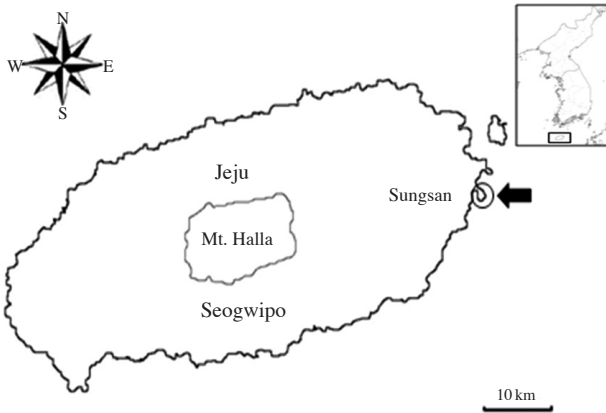


Fig. 1. The stranding site (arrow mark) of the hybrid sea turtle (JST01) in Jeju Island, South Korea.

종 (species) 수준뿐만 아니라 속 (genus) 수준에서도 발생하는 것으로 보고되었으며 (Buskirk *et al.* 2005; Stuart and Parham 2007), 주로 *Cuora* 속과 *Mauremys* 속에서 빈번하게 나타나는 것으로 보고된 바 있다 (Otani 1995; Fritz and Mendau 2002; Stuart and Parham 2004). 종간 또는 속간의 교잡은 바다거북과에서도 빈번하게 나타나고 있으며, 주로 태평양, 지중해, 대서양에서 다양한 잡종 관찰 사례들이 보고되었다 (Kamezaki *et al.* 1996; Seminoff *et al.* 2003; James *et al.* 2004; Garofalo *et al.* 2012).

이 연구는 2012년 5월 발견된 *C. caretta*와 *C. mydas*의 종간 잡종으로 추정되는 바다거북을 형태학적으로 분석하여 바다거북류의 분류학적 연구를 하는 데 필요한 자료를 제공하기 위하여 이루어졌다.

2012년 5월 7일 제주도 동쪽 해안가 (33° 25' N, 126° 55' E)에서 바다거북 1개체 (Jeju sea turtle 01, JST01로 명명)가 발견되었다 (Fig. 1). JST01는 발견 당시 죽은 상태였으며, 갯바위 위에 방치되어 있었다. JST01이 발견되기 며칠 전 폭풍이 있었던 것으로 미루어, JST01은 폭풍에 의해 상륙한 것으로 보이나, 정확한 사망 원인이나 시기 등은 알 수 없었으며, 전반적으로 심하게 부패되어 외부가 손상된 상태였다. 외부형태를 통한 종의 동정을 위해 몸통 길이 (snout-vent length, SVL), 등갑길이 (carapace length, CL), 등갑폭 (carapace width, CW), 두폭 (head width, HW), 두장 (head length, HL)을 측정하였고 (Table 1), scute의 구조와 형태를 비교하기 위해 외부의 모습을 촬영하였다. JST01에 대한 외부형태 측정을 위해 일반적으로 사용되는 휴대용 줄자 (KMC-15, 5.5 m × 19 mm)를 이용하였다. 외부로 돌출된 몸 대부분이 훼손되고, 생식기 부분도 부패된 상태여서 암수의 구분 (꼬리에 있는 총 배설강의 위

Table 1. Morphometric measurement of JST01 in Jeju Island, South Korea

Morphometric measurement*	
Snout-vent length	130.5 cm
Carapace length	85.2 cm
Carapace width	82.3 cm
Head width	17.0 cm
Head length	19.1 cm

*, all morphometric measurement were conducted in direction from head to tail.

치)은 불가능하였다.

JST01의 체색은 전체적으로 붉은색을 띄었고 (Fig. 2A), 등갑 앞쪽에 위치한 정갑판 (nuchal scute)에서 시작한 11쌍의 연갑판 (marginal scute)가 꼬리 부분으로 이어져 있었으며, 등갑과 배갑 사이에는 4개의 서계갑판 (inframarginal scute)이 있었다. Fig. 2B는 등갑의 모습을 중심으로 찍은 사진이다. 등갑의 모양은 머리 쪽에 폭이 넓은 물방울 모양을 하고 있으며, scute는 용골 (keel)이 없는 매끈한 형태였고, 정갑판은 1번 연갑판, 1번 추갑판 (vertebral scute)과 접하고 있었으며, 1번 늑갑판 (costal scute)과는 접해 있지 않았다. 10~11번 연갑판에는 거치 (serration)가 약하게 나타나 있었다. 늑갑판은 좌우 모두 4개씩 있었으며, 1~3번은 모두 폭이 길이보다 더 길었다. 등갑 중앙에 위치한 추갑판은 5개로, 1번 추갑판은 역사다리꼴 모양이며, 2~4번 추갑판은 직사각형 형태를 띠고 있었다. 또한 1번 추갑판은 정갑판, 1~2번 연갑판과 접해 있었다. 등갑 뒤쪽에 위치한 5번 추갑판은 4번 늑갑판, 11번 연갑판, 그리고 둔갑판 (supracaudal scute)와 접해 있었다 (Fig. 2B). Fig. 2C는 JST01의 두부 측면을 찍은 사진으로 안구는 부패되어 관찰되지 않았다. 안와 뒤쪽에 3개의 안후판 (postocular scale)이 관찰되었고, 안후판의 뒤쪽에 고막판 (tympanic scale)이 관찰되었으며, 배열은 1+1 (3)+1 형태였다. 위쪽 부리 (upper beak)의 모양은 끝이 아래 방향으로 뾰족하게 구부러진 앵무새 부리 모양을 하고 있었다. Fig. 2D는 JST01의 두부를 위쪽에서 촬영한 사진이다. 머리쪽 앞정수리판 (frontoparietal scale)을 중심으로 2개의 정수리판 (parietal scales), 6개의 측두판 (temporal scales, 좌우 각각 3개), 2개의 안상판 (supraocular scale), 1개의 이마판 (frontal scale)이 확인되었고, 앞이마판 (prefrontal scale)은 탈락된 상태로 발견되어 육안으로는 확인할 수 없었다. 이외에도 앞발 (front flipper) 정면에 두 개의 발톱 (claw) 흔적이 발견되었다 (data not shown).

JST01의 외부형태학적 형질을 측정된 결과 (Table 1),

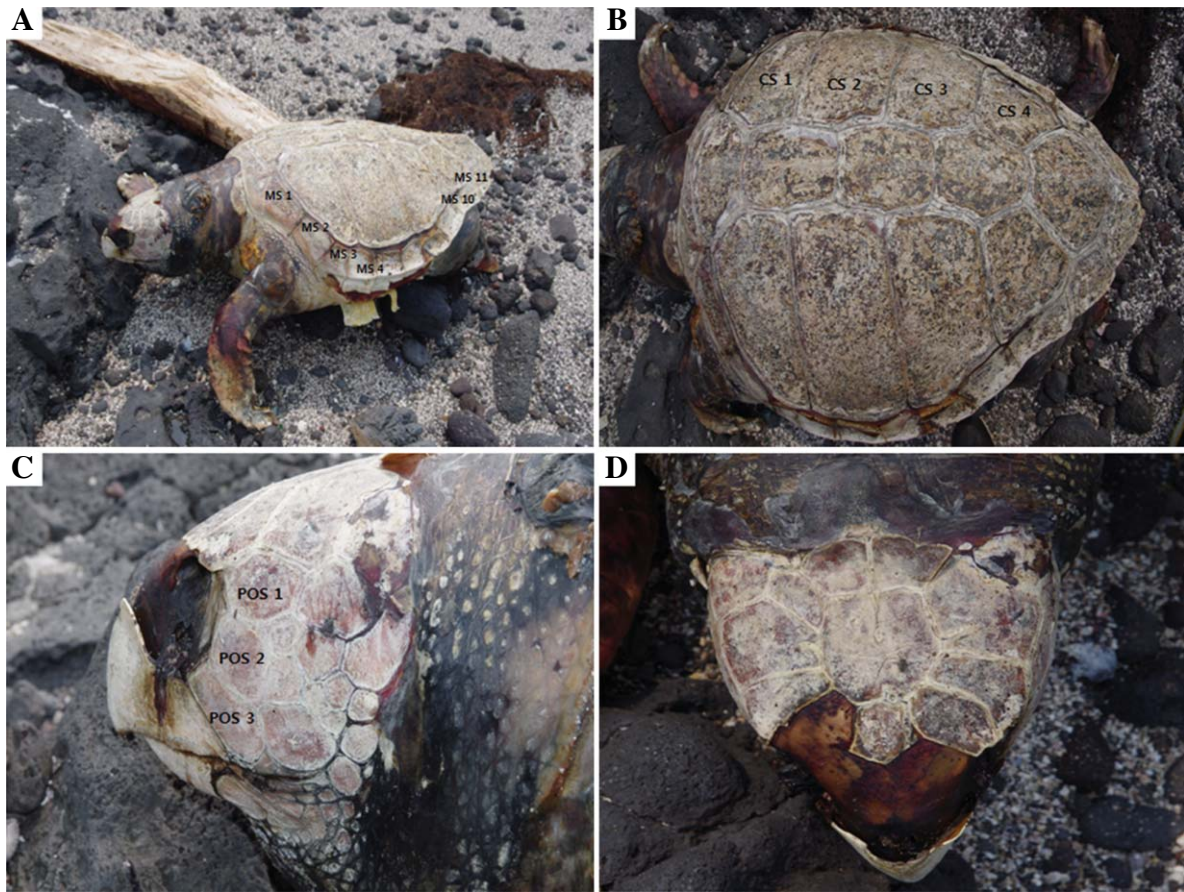


Fig. 2. Details of the hybrid sea turtle (JST01). A) whole body, B) carapace, C) head (left side), D) head (top). *MS: marginal scute, POS: postocular scute, CS: costal scute.

Table 2. Comparison of morphological characteristics of JST01 with those of *C. caretta* and *C. mydas*

Morphological characteristics	<i>C. caretta</i>	JST01	<i>C. mydas</i>
Head and carapace color	Reddish-brown	Reddish	Olive or gray-green
Marginal scute	12~13	11	11
Inframarginal scute	3	4	4
Carapace appearance	Water drop	Water drop	Circular
Keel on carapace scute	Present	Absent	Absent
Costal and nuchal scute	Touch	No touch	No touch
Marginal scute serration	Present	Weakly present on last two scute	Absent
Costal scute	5	4	4
Vertebral scute	5	5	5
Upper beak shape	Curved	Curved	Rounded
Prefrontal scale	Two pair	n.d.	One pair
Claws on front flipper	2	2	1

- Morphological characteristics of JST01 were compared with those of Kenneth (1988) Marquez (1990) and Wyneken (2001).

- n.d.: not detected.

SVL 130.5 cm, CL 85.2 cm, CW 82.3 cm, HL 19.1 cm, HW 17.0 cm였다. 전체적인 외형이나 측정치를 감안하면 JST01은 완전한 성체로 추정되나, 연령이나 암수를 추정할 수

있는 근거는 확인할 수 없었다.

JST01의 주요 외부 형질에 대한 관찰 결과들을 우리나라에서 가장 빈번하게 발견되는 바다거북류인 *C. caretta*

와 *C. mydas*의 일반적인 외부 특성과 비교하였다(Table 2). JST01은 붉은색의 채색, 물방울모양의 등갑, 구부러진 부리의 모양, 연갑판에 거치 그리고 앞발에 노출된 2개의 발톱 등의 형태적 특성에서 *C. caretta*와 동일하였다. 반면, 11개의 연갑판, 4개의 서계갑판, 4개의 늑갑판 등 부분적인 갑판의 수는 *C. mydas*와 같은 것으로 나타났다. 또한 scute에 용골이 발견되지 않는 점이나, 늑갑판과 정갑판이 접하지 않는 특성도 *C. mydas*와 일치하였다. 추갑판의 수는 *C. caretta*와 *C. mydas*, JST01 모두 5개로 동일하였다. 앞이마판의 수는 *C. caretta*가 2쌍, *C. mydas*가 1쌍으로 구분되는 것으로 보고되었으나, JST01에서는 탈락되어 있어 명확하게 관찰할 수 없었다. 이외에도 *C. caretta*와 *C. mydas*를 구분할 수 있는 형질 중에 하나인 연갑판의 거치는 JST01의 경우 맨 뒤쪽 2개의 연갑판에서만 약하게 출현하였다.

전체적으로 JST01의 외부 형질의 측정 자료를 바탕으로 *C. mydas*와 *C. caretta*의 자료를 비교한 결과, JST01은 이들 두 종들 중에서 어느 한 종이라고 단정할 수 있을만한 뚜렷한 근거는 찾을 수 없었고, *C. mydas*와 *C. caretta*의 종 특이적인 특성들을 부위별로 포함하는 개체로 판단되었다. 이는 아마도 자연상태에서 *C. mydas*와 *C. caretta*의 이종간 교잡에 의해 발생한 데서 기인한 것으로 추정된다. 다시 말해 2012년 5월 제주도에서 발견된 JST01은 *C. mydas* 또는 *C. caretta* 어느 한 종이 아니라 이들 두 종 사이의 교배에서 의해 생긴 자연교잡종이라 판단된다.

*C. mydas*와 *C. caretta* 사이에서 생긴 잡종 사례는 James *et al.* (2004), Garofalo *et al.* (2012)이 있으며, *C. mydas*나 *C. caretta*가 한쪽에서라도 포함된 잡종의 사례로 Kamezaki (1983), Wood *et al.* (1983), Frazier (1988), Seminoff *et al.* (2003) 그리고 Proietti *et al.* (2013)이 있다. James *et al.* (2004)이 보고한 *C. mydas* x *C. caretta* 잡종의 경우 타원형의 등갑 형태, 복갑의 색 (cream color), prefrontal scute의 수 그리고 등갑에 있는 scute들의 수에서 *C. mydas*의 특징을 가졌지만, 연갑판에서 나타난 거치와 추갑판에 나타난 용골 그리고 앞다리에 발톱 수(2개)는 *C. caretta*의 특징이었다. James *et al.* (2004)이 기록한 *C. mydas* x *C. caretta*의 잡종과 JST01의 외부 특징을 비교했을 때, 추갑판과 늑갑판의 수와 앞다리에 발톱 수는 James *et al.* (2004)의 결과와 유사하였지만, 등갑의 형태, 2~3번 추갑판의 형태와 추갑판에 나타난 용골의 유무 그리고 연갑판에서 나타난 거치의 시작 위치에서는 상이한 결과를 보였다.

*C. caretta*와 *C. mydas* 두 종은 종 수준의 차이뿐만 아니라 속 이상의 수준에서 다른 분류군으로 나뉘는 종들

이다. 이들 두 종이 속 이상의 차이를 나타내는 분류군들이지만, 두 종 사이의 교잡이 어떤 식으로 생식적 격리를 넘어서 후손을 생산할 수 있는지에 대해서는 현재까지 알려진 바 없다. JST01의 외부 형태에서는 분명히 두 종의 종 특이적인 형질을 동시에 보유하고 있고, 외부 형질 특성을 모두 갖고 있는 제3의 바다거북류가 존재하지 않기 때문에 본 연구에서 조사한 바다거북은 이들 두 종의 교잡종이 확실하다는 결론을 도출한 것에는 무리가 없다고 판단된다. 또한 James *et al.* (2004)의 잡종과 JST01 사이에 차이점은 아마도 *C. caretta*와 *C. mydas* 종간 교잡이 똑같이 발생하더라도 태어난 교잡종의 외형적 특성이 모두 같지 않을 수 있음을 보여주는 결과라 할 수 있으며, 두 연구에서 보고된 잡종들이 모두 종간에서 형성된 잡종 1세대 (F₁)가 아닐 가능성도 생각해 볼 수 있다. 따라서 바다거북류 잡종개체의 특성에 대한 보다 명확한 이해를 위해서는 형태학적 견해뿐만 아니라, 분자유전학적 접근을 통한 상세한 분석과 더불어 다양한 학문분야의 연구를 통한 근거자료 확보가 수반되어야 할 것이다.

적 요

이 논문은 국내에서 발견된 잡종 바다거북 (*Caretta caretta* x *Chelonia mydas*)에 대한 첫 번째 보고이다. 2012년 5월 7일 바다거북류 한 개체 (JST01)가 제주도 동쪽 해안에서 사체로 발견되었다. 국내에서 빈번하게 관찰되는 바다거북류 두 종 (*C. caretta* and *C. mydas*)과 JST01의 외부형태를 비교한 결과, 채색, 등갑의 형태, 부리 (upper beak)의 모양, 연갑판에 거치 그리고 앞발 발톱 개수 등의 외부형태는 *C. caretta*와 일치하였다. 반면, 연갑판, 서계갑판 그리고 늑갑판의 수, 용골이 없는 매끈한 등갑, 늑갑판과 정갑판이 접촉하지 않는 점 등은 *C. mydas*의 특징과 일치하였다. 결론적으로 *C. caretta*와 *C. mydas*의 외부형질들을 복합적으로 가지고 있는 JST01은 서로 다른 두 종간에 생겨난 교잡종이라 판단된다. 이상의 결과는 바다거북류에서 나타나는 잡종형성에 대한 연구에 중요한 기초자료가 될 것이다.

REFERENCES

- Buskirk JR, JF Parham and CR Feldman. 2005. On the hybridization between two distantly related Asian turtles (Testu-

- dines: *Sacalia · Mauremys*). Salamandra 41:21-26.
- Frazier J. 1988. Sea turtles in the land of the dragon. Sanctuary (Asia) 8:15-23.
- Fritz U and D Mendau. 2002. Ein Gattungsbastard zweier südostasiatischer Schildkröten: *Cuora amboinensis kamaroma* Rummler & Fritz, 1991 × *Mauremys annamensis* (Siebenrock, 1903). Salamandra 38:129-134.
- Garofalo L, A Zaccaroni, D Scaravelli, G Insacco, MP Zangrilli, A Novelletto and R Lorenzini. 2012. Morphology vs Genetics: the hybrid origin of a sea turtle disproved by DNA. Mediterr. Mar. Sci. 13:239-242.
- IUCN. 2014. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014. 1. <http://www.iucnredlist.org>.
- James MC, K Martin and PH Dutton. 2004. Hybridization between a green turtle, *Chelonia mydas*, and loggerhead turtle, *Caretta caretta*, and the first record of a Green Turtle in Atlantic Canada. Can. Field. Nat. 118:579-582.
- Jung MM, DY Moon, SH Kim, HS Kim and JW Kim. 2012. Observation and record of sea turtles in bycatch and stranding from Jeju Island of Korea. Jour. Fish. Mar. Sci. Edu. 24:662-669.
- Kamezaki N. 1983. The possibility of hybridization between the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, and the hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, in specimens hatched from eggs collected in Chita Peninsula. Japanese J. Herpetol. 10:52-53.
- Kamezaki N, Y Nakajima and M Ishii. 1996. Rapid communication: Hybrids between *Caretta caretta* × *Chelonia mydas* from the Horinouchi beach, Miyazaki. Umigame Newsletter 30:7-9.
- Kang YS and IB Yoon. 1975. Illustrated encyclopedia of fauna and flora of Korea. Vol. 17. Amphibia and Reptilia. Samwha Press. Seoul.
- Keeneth DC. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). U.S. Fish. Wildl. Serv., Biol. Rep. 88. 110 pp.
- Marquez MR. 1990. FAO Species Catalogue, Vol. 11. Sea Turtles of the World. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to data. FAO Fisheries Synopsis. 125. 81 pp.
- Moon DY, MM Jung, YR An, SK Choi, BS Oh, ZG Kim, J Lee, MJ Kim and SY Kim 2009. Distribution and strandings of endangered sea turtles in Korean waters. Kor. J. Fish Aquat. Sci. 42:657-663.
- Moon DY, YR An, MM Jung, SY Kim, SK Choi, HY Lee, JT Yoo and MJ Kim. 2011. Satellite Tracking of Green Sea Turtles *Chelonia mydas* In Korean Waters. Kor. J. Fish Aquat. Sci. 44:709-716.
- Otani T. 1995. A possible hybrid between *Geoemyda japonica* and *Cuora flavomarginata* obtained in captivity. Akamata 11:22-24.
- Proietti MC, J Reisser, LF Marins, MA Marcovaldi, LS Soares, DS Monteiro, S Wijeratne, C Pattiaratchi and ER Secchi. 2013. Hawksbill x loggerhead sea turtle hybrids at Bahia, Brazil: where do their offspring go?. PeerJ. 2:e255.
- Seminoff JA, SA Karl, T Schwartz and A Resendiz. 2003. Hybridization of the green turtle (*Chelonia mydas*) and hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the pacific ocean: indication of an absence of gender bias In the directionality of crosses. Bull. Mar. Sci. 73:643-652.
- Stuart BL and JF Parham. 2004. Molecular phylogeny of the critically endangered Indochinese box turtle (*Cuora galbinifrons*). Mol. Phylogenet. Evol. 31:164-177.
- Stuart. BL and JF Parham. 2007. Recent hybrid origin of three rare Chinese turtles. Conserv. Genet. 8:169-175.
- Wood JR, FE Wood and K Critchley. 1983. Hybridization of *Chelonia mydas* and *Eretmochelys imbricata*. Copeia. 1983: 839-842.
- Wyneken J. 2001. The anatomy of sea turtle. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470. 1-172 pp.

Received: 1 September 2014

Revised: 17 November 2014

Revision accepted: 21 November 2014