

# 渔用高强度聚乙烯和普通聚乙烯编织线的 拉伸力学性能比较试验

石建高 王鲁民 陈晓蕾 史航

(农业部海洋与河口渔业重点开放实验室 中国水产科学研究院东海水产研究所, 上海 200090)

**摘要** 渔用高强度聚乙烯编织线(以下简称 HSPE 编织线)和普通聚乙烯编织线(以下简称 PE 编织线)的拉伸力学性能比较试验结果表明,在同等编线工艺(编织线捻距为 27 mm、线股结构为 3×16、线芯用丝数量为 7 和线芯为不加捻的平行丝束)条件下,规格为“HSPE-37tex×3×16+7”HSPE 编织线断裂强力、单线结强力分别比规格为“PE-37tex×3×16+7”PE 编织线增加了 10.0% 和 9.1%,而前者的断裂伸长率比后者减少了 11.3%;在同等编线工艺(编织线捻距为 30 mm、线股结构为 4×16、线芯用丝数量为 18 和线芯为不加捻的平行丝束)条件下,规格为“HSPE-37tex×4×16+18”HSPE 编织线断裂强力、单线结强力分别比规格为“PE-37tex×4×16+18”PE 编织线增加了 8.1%、6.1%,而前者的断裂伸长率比后者减少了 13.3%;HSPE 编织线较 PE 编织线具有强力优势,HSPE 编织线在渔具或网箱上推广应用具有可行性。

**关键词** 渔用编织线 高强度聚乙烯(HSPE) 普通聚乙烯(PE) 拉伸力学性能  
**中图分类号** S971 **文献标识码** A **文章编号** 1000-7075(2009)03-0125-06

## Comparative test on the tensile mechanical properties of high-strength polyethylene and common polyethylene braided netting twine for fishing

SHI Jian-gao WANG Lu-min CHEN Xiao-lei SHI Hang

(Key Laboratory of Marine and Estuarine Fisheries, Ministry of Agriculture, East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090)

**ABSTRACT** Comparisons between tensile mechanical properties of high-strength polyethylene braided netting twine (HSPE braided netting twine) and common polyethylene braided netting twine (PE braided netting twine) for fishing have been made by applying the SC 5005 fisheries trade standard and SC 110 fisheries trade standard. The results revealed that under the same condition (the pitch of twist of twine was 27 mm, the structure of strand was 3×16, the twine core was a parallel thread which was made from 7 monofilaments without twining), the HSPE braided netting twine (whose specification was HSPE-37tex×3×16+7) was 10.0% and 9.1% higher than common polyethylene braided netting twine (PE braided netting twine PE-

中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(中国水产科学研究院东海水产研究所)资助项目(2007M20)、农业科技成果转化基金项目(2006GB23260394)、国家高新技术研究发展(863 计划)专项(2006AA100301)、浙江省重大科技专项(优先主题)农业项目(2008C12066)、浙江省海洋开发管理项目(浙财农字[2007]406 号)和国家科技支撑计划课题(2007BAD43B04)共同资助

收稿日期:2008-04-21;接受日期:2008-06-06

作者简介:石建高(1969-),男,副研究员,主要从事标准化、捕捞与渔业工程研究。E-mail:jiangaoshi666@163.com, Tel:(021)65680300

37tex $\times$ 3 $\times$ 16+7) in breaking strength and overhand knot strength, respectively, while in percentage of breaking elongation, the former was 11.3% smaller than the latter. Under the same condition(the pitch of twist of twine was 30 mm, the structure of strand was 4 $\times$ 16, the twine core was a parallel thread which was made from 18 monofilaments without twining), the HSPE braided netting twine(HSPE-37tex $\times$ 4 $\times$ 16+18) was 8.1% and 6.1% higher than common polyethylene braided netting twine (PE braided netting twine, PE-37tex $\times$ 4 $\times$ 16+18)) in breaking strength and overhand knot strength, respectively, while in percentage of breaking elongation, the former was 13.3% smaller than the latter. Under the prerequisite of strength of braided netting twine, the HSPE braided netting twine, if used in fishing gear or fish-cage, is more feasible than the same structure PE braided netting twine.

**KEY WORDS** Braided netting twine for fishing High-strength polyethylene (HSPE)  
Common polyethylene (PE) Tensile mechanical property

现代渔业的发展对渔网线的性能有了更高要求,普通渔网线在强度上已很难满足恶劣环境下渔用材料的需要,高强纤维在渔业上的应用使这种需要成为可能(Henryk *et al.* 2001; Anon 2003; 石建高等 2007a、b; Revill *et al.* 2007)。目前,国内外已研发出的加工编织线用高强纤维有 UHMWPE 纤维、Kevlar 纤维、Euroline 纤维和 HSPE 单丝等,而国外渔业中应用 UHMWPE 纤维为多(沃丁柱 2000; John 2001; 石建高等 2004a、2005)。由于 UHMWPE 纤维自身具有超强性能,从而使其具有较好的强度性能。然而, UHMWPE 纤维价格极高,导致 UHMWPE 编织线价格很贵,难以在渔业生产中普及。中国水产科学研究院东海水产研究所应用自增强技术在国内研制出 HSPE 单丝,目前已形成产业化规模(王鲁民等 2006),与 UHMWPE 纤维相比, HSPE 单丝具有价格低、性价比高等渔用适应性优势;与普通 PE 单丝相比,它具有强度高、重量轻、耐磨性好和耐老化性好等优点。目前, HSPE 单丝已广泛应用于拖网、网箱和定置网及海锚绳等领域,取得了良好的使用效果(石建高等 2004c、2006)。近年来,我国大型中层拖网、深水网箱发展较快,大型中层拖网及深水网箱的发展,对编织网片、缝扎网索用编织线材料强度及性价比提出了更高的要求。编织线强度、编织线(线股及线芯)结构等对大型中层拖网或深水网箱的安全、水阻力、生产效果以及抗风浪流性能具有十分重要的作用。多年来,渔网线的研究集中在捻线,有关渔用编织线的系统研究很少,有关渔用 HSPE 和普通 PE 编织线的拉伸力学性能比较研究国内外尚未见有报道。作者通过比较试验,探讨了 HSPE 和普通 PE 编织线的拉伸力学性能,以期分析 HSPE 编织线的渔用适应性,旨在为选配渔用材料、设计网具提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

PE 编织线用单丝为市售材料(以传统热牵伸拉丝工艺生产); HSPE 编织线用单丝为东海水产研究所研制(以高倍热牵伸自增强技术生产)。PE 和 HSPE 单丝粗度均为 0.20 mm。

试验用编织线由编织线面子和线芯组成,其中,编织线面子由 16 根线股按一定的捻距编织而成;线芯为不加捻的平行丝束(一定数量的单丝),线芯填充在编织线的中央部位。在相同编线工艺(编织线捻距为 27 mm、线股结构为 3 $\times$ 16、线芯用丝数量为 7 和线芯为不加捻的平行丝束)下,分别以 HSPE 单丝、PE 单丝编织成规格为“HSPE-37tex $\times$ 3 $\times$ 16+7”HSPE 编织线、“PE-37tex $\times$ 3 $\times$ 16+7”PE 编织线;此外,将线芯用丝数量由 7 改为 2,其他编线工艺不变,以 HSPE 单丝编织规格为“HSPE-37tex $\times$ 3 $\times$ 16+2”HSPE 编织线。在相同编线工艺(编织线捻距为 30 mm、线股结构为 4 $\times$ 16、线芯用丝数量为 18 和线芯为不加捻的平行丝束)下,分别以 HSPE 单丝、PE 单丝编织规格为“HSPE-37tex $\times$ 4 $\times$ 16+18”HSPE 编织线、“PE-37tex $\times$ 4 $\times$ 16+18”PE 编织线。材料试验时试验状态均为干态。

## 1.2 方法

按 SC 5005 进行单丝材料的性能测试(国家技术监督局 1988);按 SC 110 进行编织线材料的性能测试(俞慧珍 1983),编织线平均断裂时间为 $(20 \pm 3)$  s;试样均为干态。测试设备为英国产 INSTRON 4466 型强力试验机和 TG 729C 型单盘电光分析天平等。试验所取得的有效数据按标准规定进行整理(国家技术监督局 1988;俞慧珍 1983),并计算测试数据的均值和变异系数;测试结果以“平均值±标准差”来表示,通过标准差、再现性标准差和变异系数来表示测试结果的分散性(于伟东等 2002;唐晓芬 2004;李汝勤等 2005)。为估计本试验用编织线材料拉伸力学性能测试方法的精密度(于伟东等 2002;唐晓芬 2004;李汝勤等 2005),在改变测试仪器(由英国产 INSTRON 4466 型强力试验机改为国产 CMT 5105 电子万能试验机)及测试时间(测试相隔 3 d)的情况下,用相同测试方法、大气条件对编织线材料拉伸力学性能测试方法进行了再现性研究。

## 2 结果与分析

### 2.1 编线用 HSPE 和 PE 单丝性能的比较与分析

编线用 HSPE 和 PE 单丝性能的比较见表 1。

表 1 编线用 HSPE 和普通 PE 单丝的拉伸力学性能(平均值±标准差)

Table 1 Tensile mechanical properties of HSPE and common PE monofilaments for braided netting twine (Mean±S. E)

单丝 Monofilaments	线密度(tex) Linear density(tex) ( $x \pm s$ )	断裂强度(cN/dtex) Breaking strength (cN/dtex) ( $x \pm s$ )	单线结强度(cN/dtex) Overhand knot strength(cN/dtex) ( $x \pm s$ )	断裂伸长率(%) Percentage of breaking elongation(%) ( $x \pm s$ )
HSPE	37.0±0.01	7.41±1.110	4.30±0.717	15±0.570
PE	37.0±0.02	6.19±1.081	3.92±0.425	20±0.756

注:表 1 中测试数据的变异系数小于 5%

从表 1 可以看出,在线密度相同的条件下,编线用 HSPE 单丝断裂强度和单线结强度分别比 PE 单丝提高了 19.7% 和 9.7%,而断裂伸长率降低了 25.0%。如果单从分子取向的角度来解释 HSPE 单丝的拉伸力学性能,则在断裂强度较 PE 单丝提高时单线结强度会较 PE 单丝有所降低;而 HSPE 单丝的单线结强度不但没有下降反而有所提高,其原因是高倍热牵伸自增强技术使 HSPE 单丝内部生成了平行排列的串晶结构,HSPE 单丝取向结构发生了改变、分子链逐渐沿着拉伸方向排列,促使分子链取向程度增加、分子链的排列更紧密,从而导致它具有较高的强度(石建高等 2005)。延伸性是材料(如单丝或编织线等)在拉力作用下产生伸长变形特性的表征。HSPE 单丝结晶度较高,表明其分子链堆砌紧密、分子链间作用力大,HSPE 单丝延伸性较小;反之,PE 单丝结晶度相对较低,表明其分子链堆砌较 HSPE 单丝相对疏松、分子链间作用力相对较小,PE 单丝延伸性较大(见表 1)。

### 2.2 渔用 HSPE 和 PE 编织线拉伸力学性能的比较与分析

渔用 HSPE 和 PE 编织线拉伸力学性能的测试结果见表 2。由表 2 可见,在相同长度下,规格为“HSPE—37tex×3×16+2”HSPE 编织线较规格为“PE—37tex×3×16+7”PE 编织线的重量减少 7.5%。

#### 2.2.1 断裂强力和单线结强力的比较与分析

由表 2 可见,规格为“HSPE—37tex×3×16+7”HSPE 编织线较“PE—37tex×3×16+7”PE 编织线具有一定的强力优势,HSPE 编织线的断裂强力和单线结强力分别比 PE 编织线增加了 10.0% 和 9.1%;规格为“HSPE—37tex×4×16+18”HSPE 编织线较“PE—37tex×4×16+18”PE 编织线也具有一定的强力优势,HSPE 编织线的断裂强力和单线结强力分别比 PE 编织线增加了 8.1% 和 6.1%。

断裂强力是编织线性能的重要指标,在具有线芯的情况下它由编织线面子断裂强力和线芯断裂强力两部分组成。其中,编织线面子断裂强力大小主要取决于编织线面子用丝强度、捻距、试验时试样状态(干态或湿

表 2 渔用 HSPE 和 PE 编织线的拉伸力学性能(平均值±标准差)

Table 2 Tensile mechanical properties of HSPE and PE braided netting twine for fishing(Mean±S. E)

材料 Materials	规格 Specification	编织线断裂强力(N) Breaking strength of braided netting twine(N) ( $\bar{x}\pm s$ )	编织线单线结强力(N) Overhand knot strength of braided netting twine(N) ( $\bar{x}\pm s$ )	编织线断裂伸长率(%) Percentage of braided netting twine(%) ( $\bar{x}\pm s$ )	线密度(tex) Linear density (tex) ( $\bar{x}\pm s$ )
HSPE	HSPE-37tex×3×16+7	943.2±16.156	558.4±23.863	18.8±0.845	2 344±0.015
PE	PE-37tex×3×16+7	857.8±24.099	511.7±7.824	21.2±0.631	2 344±0.017
HSPE	HSPE-37tex×4×16+18	1 631.2±10.888	885.7±0.207	15.0±0.568	3 451±0.020
PE	PE-37tex×4×16+18	1 508.4±20.151	834.6±10.126	17.3±0.660	3 451±0.023
HSPE	HSPE-37tex×3×16+2	865.5±37.145	531.8±0.851	20.1±2.331	2 169±0.018

\*注:表 2 中测试数据的变异系数均小于 5%

态)和线股结构(包括每根线股用丝根数和编织线用线股的总根数)等,而线芯断裂强力大小主要取决于线芯用丝强度、试验时试样状态和线芯结构(包括线芯用丝数量、线芯是否加捻、线芯加捻程度和线芯排列结构)等(Klust 1982;沃丁柱 2000;石建高等 2004b;于伟东 2005;许传才等 2005;钟若英 1988);在编织线面子相同、线芯均由不加捻平行丝束组成且线芯用丝数量减少的条件下,由同种单丝加工成的干态编织线的编织线面子断裂强力相同、线芯断裂强力随线芯用丝数量的减少而减小,编织线面子断裂强力和线芯断裂强力两部分叠加后的结果是编织线的断裂强力随线芯用丝数量的减少而减小,这就是线芯用丝数量改变导致编织线断裂强力改变的原因所在。在具有同等编织线捻距、线股结构及线芯结构的条件下,干态 HSPE 与 PE 编织线强力产生差别的原因主要与编织线用单丝的强度有关,HSPE 较 PE 单丝具有强度优势。因此,从理论上讲,在同等编线工艺条件下 HSPE 编织线应较 PE 编织线具有较高的强力。若其他编线工艺不变,编织线用单丝材料强度越大、编织线用捻距越合理和编织线用线芯结构越合理(如线芯适当加捻、线芯延伸性优于编织线面子延伸性等),则编织线的强力越高。编织线因工艺不当等原因会出现编织线面子中的局部线股之间相互松弛、整绞线扭曲不平直、线股多股少股、整绞线中出现线接头数、线芯多丝少丝和线芯延伸性低于编织线面子延伸性等缺陷,这些带缺陷编织线在受力拉伸时会因局部疵点、局部应力集中和线芯较编织线面子先行断裂等原因,导致编织线强力明显下降,从而会进一步影响到网具的安全和使用周期。

### 2.2.2 断裂伸长率的比较与分析

由表 2 可以看出,规格为“HSPE-37tex×3×16+7”HSPE 编织线较规格为“PE-37tex×3×16+7”PE 编织线断裂伸长率减小了 11.3%;规格为“HSPE-37tex×4×16+18”HSPE 编织线较规格为“PE-37tex×4×16+18”PE 编织线断裂伸长率减小了 13.3%。

两种编织线产生断裂伸长率差别的原因有很多,它不仅与编织线的后处理方式、试验时试样状态等因素有关,而且还主要与编织线用单丝的结构与性能(如单丝强度、单丝结晶度、单丝取向度、单丝内部分子链堆砌紧密程度、单丝内部分子链间作用力大小、单丝种类和单丝材料本身的延伸性等)、编线工艺条件(如编织线捻距、线股结构和线芯结构等)等密切相关。在具有同等编线工艺条件下,干态 HSPE 与 PE 编织线试样断裂伸长率产生差别的原因主要与编织线用单丝的结构与性能有关。HSPE 单丝延伸性变小的原因是高分子链在晶区形成了串晶或纤维增强结构、分子间的相互作用力大,使链段在拉伸时很难运动(石建高等 2005),因此,具有此种聚态结构的 HSPE 单丝的延伸性小,表现为用其制造的编织线具有相对较小的断裂伸长率,HSPE 编织线延伸性较小;而具有相对较小结晶度的 PE 单丝的断裂伸长率则与之相反,表现为用其制造的编织线具有相对较高的断裂伸长率,PE 编织线延伸性较大。其他编线工艺不变,编线用单丝材料延伸性越大、编织线用捻距越合理和编织线用线芯结构越合理(如线芯适当加捻、线芯延伸性优于编织线面子延伸性等),则编织线的断裂伸长率越大。因加工工艺不当等原因,编织线也会出现如 2.2.1 节所述的局部线股之间相互松弛、整绞线扭曲不平直和线股多股少股等缺陷,从而会进一步降低编织线的延伸性。

### 2.2.3 材料性能的再现性研究

为估计编织线测试方法的精密性,相隔 3 d 后,作者在 1.2 节方法所述的条件下对编织线材料性能进行了

再现性研究。相隔3d后,HSPE和PE编织线的拉伸力学性能再现性检验的第2次的测试结果见表3。两次测试结果无明显差异,再现性标准差及变异系数较小,表示再现性条件下测试结果的分散性较小,研究用试验方法精密度高(于伟东等 2002;唐晓芬 2004;李汝勤等 2005)。

表3 渔用HSPE和PE编织线的拉伸力学性能(平均值±标准差)

Table 3 Tensile mechanical properties of HSPE and PE braided netting twine for fishing(Mean±S. E)

材料 Materials	规格 Specification	编织线断裂强力(N) Breaking strength of braided netting twine(N) ( $\bar{x}\pm s$ )	编织线单线结强力(N) Overhand knot strength of braided netting twine(N) ( $\bar{x}\pm s$ )	编织线断裂伸长率(%) Percentage of braided netting twine(%) ( $\bar{x}\pm s$ )	线密度(tex) Linear density (tex) ( $\bar{x}\pm s$ )
HSPE	HSPE-37tex×3×16+7	939.0±27.911	568.1±22.650	19.2±1.349	2346±0.016
PE	PE-37tex×3×16+7	852.9±23.006	517.6±7.886	21.4±0.693	2346±0.015
HSPE	HSPE-37tex×4×16+18	1633.9±9.980	899.0±0.368	15.5±1.007	3453±0.024
PE	PE-37tex×4×16+18	1509.2±17.058	831.6±7.999	17.5±0.451	3453±0.027
HSPE	HSPE-37tex×3×16+2	856.4±38.922	535.0±0.805	20.0±2.057	2170±0.016

\*注:表3中测试数据的变异系数均小于5%

### 3 结语

断裂强力、单线结强力是编织线拉伸时的最主要性能指标,这一性能对渔具或网箱的强度、安全、选择性和使用周期等有着直接的关系,同时也是选择和评定编织线质量的主要指标(Klust 1982;沃丁柱 2000;石建高等 2004b;于伟东 2005;Sala *et al.* 2007;Herrmann *et al.* 2006;许传才等 2005;钟若英 1988)。强力高的编织线,不仅能保证渔具或网箱网片(衣)的强度和安全,而且可采用较小规格的编织线来加工网片(衣),这不但可以减少渔具或网箱的重量、水阻力和原材料消耗,而且可以提高渔具或网箱的滤水性、选择性和生产效率等(王鲁民等 1997、2000;石建高等 2004b;Sala *et al.* 2007;Herrmann *et al.* 2006);此外,HSPE编织线价格适中,有利于它在渔业生产中推广普及,因此,HSPE编织线在渔具或网箱中进行推广应用具有可行性。渔用HSPE编织线的高强拉伸力学性能,在水产的各个领域具有独特的优势,它可帮助人们实施渔具或网箱的大型化、提高生产效率和节约原材料消耗,其产品的开发和应用具有广阔的前景,并将日益受到人们的关注。HSPE编织线和PE编织线的性能比较试验在进一步提高编织线性能、完善编线工艺中起着重要作用,今后有必要进一步开展柔挺性、耐磨性、耐久性和抗冲击性等性能试验,以便人们对HSPE编织线的渔用适应性有一个更全面的了解和认识。随着科学技术的进一步提高和发展,HSPE编织线的渔用适应性将得到更为广泛的研究和利用。本文因时间、设备和经济等诸多因素,仅对一定条件下两种编织线的断裂强力、单线结强力和断裂伸长率进行了比较分析,对HSPE编织线的柔挺性、耐磨性、耐久性和抗冲击性等性能未作研究,因此一系列的工作还有待于今后的进一步深入研究。

### 参 考 文 献

- 于伟东. 2005. 纺织材料学. 上海:中国纺织出版社
- 于伟东,储才元. 2002. 纺织物理学. 上海:东华大学出版社
- 王鲁民,陈雪忠,胡 萍. 2006. 聚乙烯单丝高温高倍牵伸工艺方法. 专利号:1590603
- 王鲁民,刘文洁,施锦飞. 1997. 高强度渔用聚乙烯网线和绳索的研制. 上海:上海科学技术出版社
- 王鲁民. 2000. 超高强纤维的试验研究及其在渔业中的应用前景. 水产学报,24(5):480~484
- 石建高,王鲁民,徐君卓. 2007a. 渔用高强度聚乙烯和普通聚乙烯六角形网目经编网片的拉伸力学性能比较研究. 海洋水产研究,28(6):72~76
- 石建高,王鲁民,徐君卓. 2007b. 渔用高强度聚乙烯和普通聚乙烯绞捻网片的拉伸力学性能比较研究. 海洋科学,31(5):20~24
- 石建高,王鲁民,汤振明,柴秀芳. 2004a. 超高分子量聚乙烯和锦纶经编网片的拉伸力学性能比较研究. 中国水产科学,11(增):40~45
- 石建高,王鲁民. 2004b. 超高分子量聚乙烯和高密度聚乙烯网线的拉伸力学性能比较研究. 中国海洋大学学报,34(3):381~388
- 石建高,王鲁民. 2005. 渔用高强度聚乙烯和普通聚乙烯单丝结构与性能的比较研究. 中国海洋大学学报,35(2):301~305

- 石建高,王鲁民,汤振明,柴秀芳,贾家武. 2004c. 渔用高强度聚乙烯和普通聚乙烯单丝耐磨性的比较研究. 海洋水产研究, 25(6):55~60
- 石建高,王鲁民,汤振明. 2006. 渔用自增强聚乙烯单丝耐老化性的研究. 海洋科学, 30(6):6~11
- 李汝勤,宋钧才. 2005. 纤维和纺织品测试技术. 上海:东华大学出版社
- 许传才,张国胜. 2004. 聚乙烯网线的断裂特性. 大连水产学院学报, 19(1):74~77
- 沃丁柱. 2000. 复合材料大全. 北京:化学工业出版社
- 国家技术监督局. 1988. SC 5005-1988 渔用乙纶单丝. 北京:中国标准出版社
- 俞慧珍. 1983. SC 110-1983 合成纤维渔网线试验方法. 北京:中国标准出版社
- 钟若英. 1988. 乙纶单丝捻线延伸性的研究. 水产学报, 12(3):233~241
- 唐晓芬. 2004. 六西格玛核心教程 黑带读本. 北京:中国标准出版社
- Anon. 2003. Pelagic trawls are custom-made. *Fishing News International*, 42(6):12~27
- Herrmann, B., and Finbarr, G. 2006. Theoretical study of the influence of twine thickness on haddock selectivity in diamond mesh cod-ends. *Fisheries Research*, 80(2-3): 221~229
- Henryk, S., Piotr, N., and Józef, S. 2001. Analysis of geometric and drag-Related characteristic of pelagic trawls with components made of Dyneema polyethylene fibers. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 4(2):71~83
- John, W. V. 2001. Technological trends in capture fisheries. *Ocean & Coastal Management*, 44(9-10): 635~651
- Klust, G. 1982. *Netting materials for fishing gear*. London. Fishing New Books Ltd. Press
- Revill, A. S., Catchpole, T. L., and Dunlin, G. 2007. Recent work to improve the efficacy of square-mesh panels used in a North Sea *Nephrops norvegicus* directed fishery. *Fisheries Research*, 85(3): 335~341
- Sala, A., Lucchetti, A., and Buglioni, G. 2007. The influence of twine thickness on the size selectivity of polyamide codends in a Mediterranean bottom trawl. *Fisheries Research*, 83(2-3): 192~203