

典型棉区地膜应用及污染现状的研究

何文清^{1,2}, 严昌荣^{1,2}, 刘爽^{1,2}, 常蕊芹³, 王序俭⁴, 曹肆林³, 刘勤^{1,2}

(1. 中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081 2. 农业部旱作节水农业重点开放试验室, 北京 100081 3. 河北省成安县农业局, 河北 成安 056700 4. 新疆农垦科学院, 新疆 石河子 832000)

摘要 残膜污染已经成为影响棉区农田生态环境的重要因子, 以黄河流域棉区(河北邯郸)和西北内陆棉区(新疆兵团)典型覆膜棉田为研究对象, 通过农户问卷调查和典型样点采集的方式, 对地膜的应用、回收及污染现状进行系统的研究。结果表明, 由于气候条件和生产方式的不同, 两个棉区地膜投入量差异很大, 河北邯郸地区地膜投入量为 $33.0 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 农田覆膜比例为 46.4%, 而新疆地区地膜投入量为 $61.4 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 农田覆膜比例高达 84.8%。两个棉区地膜回收率基本相当, 但由于投入量不同, 新疆地区棉田土壤残膜量远大于邯郸地区, 河北邯郸地区棉田 0~30 cm 土层残膜量平均为 $80.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 而新疆地区则达到 $208.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, 是邯郸地区的 2.59 倍。残膜在土壤中主要分布在 0~20 cm 的耕层中, 从各层次残膜分布比重来看, 新疆棉田土壤残膜污染程度更深。农户调查表明, 绝大多数农民已经意识到地膜污染的危害性, 特别是在新疆地区, 但在回收处理以及再利用等方面还存在技术制约, 影响了残膜的回收和污染治理。

关键词 典型棉区 地膜应用回收 残膜污染

中图分类号: X708 文献标志码: A 文章编号: 1672-2043(2009)08-1618-05

The Use of Plastic Mulch Film in Typical Cotton Planting Regions and the Associated Environmental Pollution

HE Wen-qing^{1,2}, YAN Chang-rong^{1,2}, LIU Shuang^{1,2}, CHANG Rui-qin³, WANG Xu-jian⁴, CAO Si-lin³, LIU Qin^{1,2}

(1. Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, CAAS, Beijing 100081, China; 2. The Key Laboratory for Agro-environment & Climate Change, Ministry of Agriculture, Beijing 100081, China; 3. Hebei Cheng'an County Agricultural Bureau, Cheng'an 056700, China; 4. Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi 832000, China)

Abstract Pollution caused by residual plastic film in agricultural fields has been an important factor that is contributing to the deterioration of the agricultural environment. This study was conducted in the Yellow River Basin cotton planting area (Handan city in Hebei Province) and in the western inland cotton planting area (production and construction corps in Xinjiang Province) in 2007. The input of plastic film, recovery and pollution of residual plastic film in the study areas were evaluated by means of farmer survey and field sampling. The results showed that the input amount of plastic film varied in the different cotton planting region due to the difference of climate condition and farming system. The input amount of plastic film was $33 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ in Handan, but in Xinjiang it reached $61.4 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$. There was no significantly different recovery ratio observed between both sites, but the amount of residual plastic film was quite different due to the difference of input amount. The average amount of residual plastic film in the soil (0~30 cm) was $80.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ in Handan, but in Xinjiang it was $208.5 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$. The residual plastic film was mainly distributed in the tilled soil layer (0~20 cm) in both sites and the pollution in Xinjiang was more serious than that of Handan viewed from the depth of polluted soil layer. Most farmers had realized the pollution of plastic film, but due to the lack of a suitable technique to recover and reuse, the plastic film pollution continued to be a big problem in these areas, especially in Xinjiang.

Keywords cotton planting area; use and recovery of plastic film; pollution from plastic mulch film

收稿日期 2008-11-28

基金项目 “十一五”国家科技支撑计划“可生物降解地膜开发”(2006BAD07A06)、“污染农田治理关键技术研究”(2006BAD17B04)、“十一五”国家 863 项目“全降解保水地膜”(2006AA100216)

作者简介 何文清(1974—) 男, 内蒙古突泉人, 副研究员, 主要从事农田污染及旱地农业方面的研究。E-mail: hqwq201@cjac.org.cn

通讯作者 严昌荣 E-mail: Yancr@cjac.org.cn

地膜在我国应用已将近 30 年,地膜技术极大地促进了我国农作物产量和经济效益的提高,成为农业生产中不可或缺的生产资料之一。目前我国地膜覆盖面积已经达到 0.13 亿 hm^2 ,每年用量近百万吨^[1]。棉区是我国地膜应用的主要区域,研究表明,我国长江流域和黄河流域棉田每年地膜用量为 $37.5\sim 45\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,西北内陆棉区每年地膜用量为 $79\sim 90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[2]。随着地膜应用量和应用面积的不断增加,越来越多的残膜留在了土壤中。据农业部 20 世纪 90 年代初对全国 17 个省市调查结果表明,所有地膜覆盖过的农田土壤均有不同程度的残留,残留量平均为 $60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,最高达 $135\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[3]。近些年来,国内一些研究人员以及农业环境监测部门也对地膜的残留情况进行了初步的调查,在地膜广泛应用的区域,都有不同程度的残留污染,如河南省中牟、郑州、开封等地花生地耕层土壤地膜残留量年均均为 $66\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,最高可达 $135\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[4]。河北省邯郸地区棉田土壤地膜残留量达 $59.1\sim 103.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ ^[5]。在这些地区中,尤以新疆地区棉田土壤污染最严重,根据最新调研结果,新疆石河子地区棉田耕层中平均残膜量为 $300.7\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,最高达 $381.1\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,而且随着覆膜年限越长,污染越严重^[6]。地膜是一种高分子的石油化工产品,在自然条件下很难降解^[7],因此多年累积下来的残膜给棉田土壤生态环境以及农业生产带来了严重的影响,造成土壤结构破坏、耕地质量下降、作物减产以及农事操作受阻、次生环境污染等一系列问题^[8-12],导致巨大的经济损失^[13]。

本文以我国主要覆膜棉区黄河流域棉区和西北内陆棉区为研究对象,通过农户问卷调查和典型样点采集分析的方式,对棉田地膜的应用概况以及残膜污染现状进行分析讨论,以期为棉区残膜污染的防控提供科学的依据。

1 研究区域与研究方法

1.1 研究区域与采样点选择

本文选择了我国主要覆膜棉区,也是地膜应用历史最长、覆盖面积最广的黄河流域棉区和西北内陆棉区作为研究区域,并在两个地区内选择若干典型样点进行农户问卷调查与样点采集。黄河流域棉区选择河北省邯郸市永年县和成安县,其中永年县选择西河庄乡和小西堡镇,成安县选择商城镇和道东堡乡,共计 4 个样区。西北内陆棉区选择新疆兵团农八师 145 团、147 团以及农六师的 106 团、103 团

计 4 个样区。为体现数据的可比性,两个地区均选择不种覆膜年限的棉田作为数据的采集样点。同时,在各个采集样点选择典型的农户进行问卷调查,了解每个地区地膜的应用、污染和回收的情况,分析残膜污染现状和影响因子。

表 1 研究区农事基本情况

Table 1 The situation of farming system in study area

调查区域	熟制	主要覆膜作物	人均耕地面积/ hm^2	灌溉方式	覆膜时间
黄河流域棉区(河北邯郸)	一年两熟	棉花、蔬菜	0.2	井水畦灌	2~3 个月
西北内陆棉区(新疆兵团)	一年一熟	棉花、番茄	1.3	膜下滴灌	全生育期

1.2 研究方法

1.2.1 农户问卷调查方法

农户问卷调查在 2006 年 11 月至 2007 年 4 月之间进行,选择研究区内长期使用地膜覆盖的农户作为调查的对象,通过发放问卷的方式,对农户棉田的地膜使用和投入状况以及对残膜回收处理等方面进行调查。河北邯郸地区 4 个点共计发送问卷 120 份。新疆兵团以团和农场为单位,4 个团共计 90 个连队,由于兵团农业生产的规模化和统一化,每个连队内部地膜使用方式、类型以及回收措施基本一致,所以问卷调查以连队为基本单元,共计发放问卷 90 份。问卷涉及方面包括农户使用地膜的类型、厚度、年限、主要覆膜作物、残膜回收措施以及污染和危害等方面的情况。

1.2.2 残膜污染调查及处理方法

残膜污染样点调查在 2007 年棉田整地播种之前(3 至 4 月份)进行,每个调查样区随机选取 5 个采样点,为 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$ 的正方形样方,深度为 30 cm(分成 3 个层次:0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm),采用人工收集残膜。将采集到的残膜带回实验室,首先祛除附着在残膜上的比较大杂物,然后用超声波清洗仪进行洗涤,洗净后用滤纸吸干残膜上的水分,小心展开卷曲的残膜,防止残膜破裂,放在干燥处自然阴干,然后根据土壤层次进行分类统计残膜的数量,利用万分之一的电子天平进行称重。

1.2.3 数据统计分析

采用 DPS2.0 软件对数据进行差异的显著性分析。

2 结果与分析

2.1 地膜应用及回收处理

2.1.1 地膜使用及投入水平

由于地理气候条件和生产方式的不同,河北邯郸

地区 and 新疆地区在农业生产和地膜应用等方面存在很大的不同(见表1)。河北邯郸地区主要覆膜作物为具有较高经济价值的棉花和蔬菜,农田覆膜比例为46.4%,由于采用井水畦灌,棉花田一般在头水前揭膜(6月中下旬),所以每年的覆膜时间为2~3个月。新疆兵团主要覆膜作物为棉花和番茄,农田覆膜比例高达84.8%,由于新疆地区属于绿洲农业,降雨量少,蒸发量大,为减少水分蒸发,兵团内部棉花灌溉方式基本采用膜下滴灌方式,地膜实行全生育期覆盖。在地膜的应用类型方面两个研究区基本一致(见表2),均为白色的聚乙烯超薄地膜,使用地膜厚度在新疆地区为0.007 mm,邯郸地区厚度为0.004 mm,均低于国家的0.008 mm的标准,更远低于日美和西方国家农膜厚度标准(0.015~0.020 mm)^[3],这种超薄膜的使用导致地膜强度降低,易老化破碎,容易形成残留且回收十分困难。而在地膜投入量方面,由于农作方式的不一致,两个地区存在很大的差异。河北邯郸地区地膜投入量为33.0 kg·hm⁻²,新疆地区为61.4 kg·hm⁻²,是河北邯郸地区的1.86倍。这主要是因为使用地膜宽度、厚度不一致造成的,邯郸地区地膜的宽度基本为60 cm和90 cm,而新疆地区最窄的为125 cm,最宽的甚至达到225 cm。

2.1.2 地膜回收及处理

由于残膜污染程度以及对残膜污染危害的认知程度不同,两个地区对残膜回收的必要性、回收手段以及处理措施等方面也不尽相同。农户调查结果显示,在邯郸地区68%的农户觉得非常有必要对残膜进行回收,25%的农户觉得无所谓,6%的农户觉得没有必要对地膜进行清理和回收。在新疆地区有94%的农户认为很有必要,仅有6%的农户认为无所谓。在邯郸地区,农田残膜回收基本上以人工捡拾的方式进行,残膜回收率约76%,回收后主要在田间与秸秆混合焚烧,有一部分收集后在田间地头堆置或填埋。新疆地区多年来残膜回收也一直以人工捡拾为主,但由于人均耕地面积多,劳动力少,人工捡拾的残膜回收率非常低。近些年来,随着机械化程度的提高,残膜田间焚烧机械、残膜回收机械都开始得到研究和应用。

根据调查,目前在新疆地区残膜回收主要以人工捡拾和机械回收两种方式同时进行,残膜回收率在81%左右(表3),略高于邯郸地区,但由于其地膜的投入量大,几乎为河北地区的2倍,所以其地膜的残留量也远大于邯郸地区(表4)。

表3 研究区残膜回收及处理情况

Table 3 The recovery and disposal of residual plastic film in study area

调查区域	是否回收	农膜回收率	回收方式	处理方式
黄河流域棉区(河北邯郸)	部分回收	76%	人工	田间焚烧/地头堆置或填埋
西北内陆棉区(新疆兵团)	部分回收	81%	人工/机械	机械焚烧/地头堆置或填埋/回收利用

2.2 农田土壤残膜污染现状

2.2.1 土壤中残膜污染水平

生产方式以及地膜投入水平的不一致,导致两个地区棉田土壤中残膜污染程度的不同。对河北邯郸4个样区多点采样的调查结果(表4)表明,邯郸地区棉田残膜污染平均水平为80.5 kg·hm⁻²,最高的样点为107.7 kg·hm⁻²,最低为63.6 kg·hm⁻²。新疆地区残膜污染程度远比邯郸地区要严重,调查结果显示,新疆地区4个样区棉田平均地膜残留量为208.5 kg·hm⁻²,是邯郸地区的2.59倍,最高282.2 kg·hm⁻²,最低101.5 kg·hm⁻²。与农业部在20世纪90年代初对全国17个省市调查结果对比,邯郸地区残膜污染并没有太大的变化,而新疆地区则已远远超出了当初的残膜水平,残膜污染呈现越来越严重的态势。

表4 棉田土壤残膜污染基本情况

Table 4 Average amount of residual plastic film in the soil of cotton filed

黄河流域棉区(河北邯郸)		西北内陆棉区(新疆兵团)	
采样区	平均残膜量/kg·hm ⁻²	采样区	平均残膜量/kg·hm ⁻²
西河庄乡	70.8	145团	206.1
小西堡乡	63.6	147团	282.2
商城镇	79.8	103团	244.0
道东堡乡	107.7	106团	101.5
平均值	80.5	平均值	208.5

表2 研究区农膜使用的基本情况

Table 2 The situation of plastic film application in study area

调查区域	地膜类型	平均覆膜年限/a	地膜投入量/kg·hm ⁻²	农田覆膜比例/%	地膜厚度/mm	地膜宽度/cm
黄河流域棉区(河北邯郸)	白色聚乙烯地膜	10	33.0	46.4	0.004	60/90
西北内陆棉区(新疆兵团)	白色聚乙烯地膜	18	61.4	84.8	0.007	125/150/225

2.2.2 土壤中残膜污染分布特征

为研究残膜在土壤中的分布特征,调查中分别在两个区域各选择一个典型样点取样分析,研究结果(表 5)表明,残膜在土壤各层次中分布具有明显的差异性,无论在邯郸还是新疆,0~20 cm 内的土壤耕层是残膜污染的主要区域,占土壤中残膜总量的 90%以上。但由于研究区域的不一样,残膜在各个层次的分布比重又有所不同。与河北邯郸相比,新疆地区残膜污染程度不但高,而且污染的层次也明显要深于邯郸地区,10~30 cm 的残膜的比例几乎已经占到残膜总量的 50%,而邯郸地区则仅有不到 20%的残留,特别是 20~30 cm 这个层次,几乎已经没有什么地膜污染。造成这种结果的主要原因就是新疆的棉花生产以大型的兵团农场为主,机械化程度高,每年翻耕整地大型机械作业的幅度深,同时由于地膜投入量高,而人均耕地多,劳动力紧缺,回收措施又跟不上,所以导致农田土壤中残膜污染越来越严重。

表 5 棉田土壤残留地膜比例的空间分布

Table 5 Amount of residual plastic film at different soil layer in cotton field

深度/cm	河北邯郸成安县城城镇		新疆农八师 145 团	
	残留量/kg·hm ⁻²	所占比率	残留量/kg·hm ⁻²	所占比率
0~10	61.6 ^{aA}	76.4%	109.3 ^{aA}	53.0%
10~20	18.1 ^{bB}	22.5%	76.8 ^{bB}	37.3%
20~30	0.9 ^{cC}	1.2%	20.0 ^{cC}	9.7%

注: N=15, 小写字母表示 5%显著水平, 大写字母表示 1%极显著水平。

3 结论与讨论

(1) 由于气候条件和生产方式的不一致, 两个棉区在地膜的应用与残膜回收等方面存在很大的差异。河北邯郸地区地膜投入量为 33.0 kg·hm⁻², 农田覆膜比例为 46.4%; 新疆地区地膜投入量为 61.4 kg·hm⁻², 是河北邯郸地区的 1.86 倍, 农田覆膜比例高达 84.8%, 是河北邯郸地区的 1.82 倍。从残膜回收率来看, 新疆略高于邯郸, 但由于地膜投入量新疆地区远远大于邯郸, 所以残膜总量新疆也远大于邯郸。农户调查表明, 绝大多数农民已经意识到地膜的危害性, 特别是在新疆地区, 但在残膜的回收处理以及再利用等方面由于还存在技术制约, 影响了回收和污染治理。

(2) 生产方式和地膜投入量不同, 导致了两个棉区土壤残膜污染程度的不同。邯郸地区棉田残膜污染平均水平为 80.5 kg·hm⁻², 最高的样点为 107.7 kg·hm⁻², 最低为 63.6 kg·hm⁻²; 新疆地区残膜污染程度远比邯

郸地区要严重, 棉田平均地膜残留量为 208.5 kg·hm⁻², 是邯郸地区的 2.59 倍, 最高 282.2 kg·hm⁻², 最低 101.5 kg·hm⁻²。土壤中残膜分布主要集中在耕层, 特别是 0~20 cm 深度, 从残膜在各层次分布比重来看, 新疆地区的污染程度要比邯郸深, 主要因为新疆地区机械化程度比较高, 大型机械比较多, 土壤翻耕扰动深, 所以造成地膜污染的程度也越深。

参考文献:

- [1] 严昌荣, 梅旭荣, 何文清, 等. 农用地膜残留污染的现状与防治[J]. 农业工程学报, 2006, 22(11): 269-272.
YAN Chang-rong, MEI Xu-rong, HE Wen-qing, et al. Present situation of residue pollution of mulching plastic film and controlling measures[J]. *Transactions of the CSAE*, 2006, 22(11): 269-272.
- [2] 李付广, 章力建, 崔金杰, 等. 我国棉田生态系统立体污染及其防治对策[J]. 棉花学报, 2005, 17(5): 299-303.
LI Fu-guang, ZHANG Li-jian, CUI Jin-jie, et al. Study of agricultural tri-dimension pollution on ecological system in cotton field and its control tactics[J]. *Cotton Science*, 2005, 17(5): 299-303.
- [3] 王晓方, 申茂向. 塑料农膜——中国农业发展的希望和曙光[R]. 北京: 中华人民共和国科学技术部农村科技司, 1998.
WANG Xiao-fang, SHEN Mao-xiang. Farmland plastic film—hope and dawn of Chinese agricultural development[R]. Beijing: Countryside Science and Technology, Department of Science of China, 1998.
- [4] 刘青松. 农村环境保护[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2003: 137-138.
LIU Qing-song. Rural environmental protection[M]. Beijing: China Environmental Science Press, 2003: 137-138.
- [5] 马辉, 梅旭荣, 严昌荣, 等. 华北典型农区棉田土壤中地膜残留特点研究[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(2): 1-4.
MA Hui, MEI Xu-rong, YAN Chang-rong, et al. The residue of mulching film of cotton field in North China[J]. *Journal of Agro-Environment Science*, 2008, 27(2): 1-4.
- [6] 严昌荣, 王序俭, 何文清, 等. 新疆石河子地区棉田土壤中地膜残留研究[J]. 生态学报, 2008, 28(7): 3470-3484.
YAN Chang-rong, WANG Xu-jian, HE Wen-qing, et al. Study on the residue of plastic film in cotton field in Shihezi, Xinjiang[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(7): 3470-3484.
- [7] 王敬国. 农用化学物质的利用与污染控制[M]. 北京: 北京出版社, 2001: 73.
WANG Jing-guo. The utilization and pollution control of agricultural chemicals[M]. Beijing: Beijing Press, 2001: 73.
- [8] 肖军, 赵景波. 农田塑料地膜污染及防治[J]. 四川环境, 2005, 24(1): 102-105.
XIAO Jun, ZHAO Jing-bo. Farmland plastic film pollution and its countermeasures[J]. *Sichuan Environment*, 2005, 24(1): 102-105.
- [9] 王维岗, 申玉熙. 新疆农田废旧地膜污染状况及防治措施[J]. 新疆农业科技, 2002, 6: 5.
WANG Wei-gang, SHEN Yu-xi. Farmland plastic film residue pollution and its countermeasures in Xinjiang[J]. *Xinjiang Agricultural Tech-*

- nology, 2002, 6 :5.
- [10] 南殿杰, 解红娥, 李燕娥, 等. 覆盖光降解地膜对土壤污染及棉花生育影响的研究[J]. 棉花学报, 1994, 6(2) :103-108
NAN Dian-jie, XIE Hong-e, LI Yan-e, et al. Study of the effect of photodegradable plastic film mulching on soil contamination and cotton growth[J]. *Acta Gossypii Sinica*, 1994, 6(2) :103-108.
- [11] 姜益娟, 郑德明, 朱朝阳. 残膜对棉花生长发育及产量的影响[J]. 农业环境保护, 2001, 20(3) :177-179.
JIANG Yi-juan, ZHENG De-ming, ZHU Zhao-yang. Effect of remnant plastic film in soil on growth and yield of cotton[J]. *Agro-environmental Protection*, 2001, 20(3) :177-179.
- [12] 张保民, 王兰芝, 潘同霞, 等. 残膜土壤对小麦生长发育的影响[J]. 河南农业科学, 1996, 15(2) :9-10.
ZHANG Bao-min, WANG Lan-zhi, PAN Tong-xia, et al. The effect of soil containing film residue on wheat growth and development[J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 1996, 15(2) :9-10.
- [13] 杨志新, 郑大玮, 靳乐山. 京郊农用地膜残留污染土壤的价值损失研究[J]. 生态环境, 2007(2) :414-417.
YANG Zhi-xin, ZHENG Da-wei, JIN Le-shan. Value evaluation of soil remnant film pollution for Beijing rural areas[J]. *Ecological Environment*, 2007(2) :414-417.

“气候变化、温室气体减排与土壤固碳固氮” 专题征文通知

农业碳氮循环是全球碳氮循环中的重要组成部分, 农业温室气体的减排对应对全球气候变化有重大意义。为了交流我国在农业碳氮循环领域的最新研究成果, 本刊将集中刊登气候变化、温室气体减排与土壤固碳固氮方面的研究论文, 包括 (1) 农业温室气体减排的潜力与措施 (2) 农业土壤固碳固氮新技术与措施 (3) 农业生态系统中(种植业、养殖业、农业固废堆放等)碳氮循环规律与机理等。专辑征文请从学报网站上注册投稿(学报网址 www.aes.org.cn), 经专家审阅合格的稿件将于 2009 年第 12 期(2009 年 12 月 20 日)出版, 欢迎各有关单位和专家踊跃投稿, 征文截止时间为 2009 年 9 月 15 日。

《农业环境科学学报》编辑部
2009 年 5 月 20 日