

# 华北典型农区棉田土壤中地膜残留特点研究

马 辉, 梅旭荣, 严昌荣, 何文清, 李 康

(中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所, 北京 100081)

**摘要:**以华北典型农区—河北省邯郸市作为研究对象,对不同覆膜年限棉田地膜残留状况进行了分析研究,力求揭示棉田土壤中残膜数量、形态的时空变化特点。结果显示,邯郸地区棉田地膜平均残留量在 59.1~103.4 kg·hm<sup>-2</sup> 之间。土壤中残膜含量与覆膜年限有关,覆膜年限越久,残留量越高。连续覆膜 2 a、5 a 和 10 a 的棉田地膜残留量分别为 59.1、75.3 和 103.4 kg·hm<sup>-2</sup>,且土壤中的残膜数量分别为 393 万片·hm<sup>-2</sup>、544 万片·hm<sup>-2</sup> 和 965 万片·hm<sup>-2</sup>。残留地膜主要集中在表层土壤中,3 个土层(0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm)中的残膜数量依次约占总量的 75%、20%和 5%。研究结果还显示覆膜时间越长,深层土壤残膜量越高。小块膜明显多于大块膜,3 种不同面积大小(<4 cm<sup>2</sup>、4~25 cm<sup>2</sup>、>25 cm<sup>2</sup>)的残膜片数分别约占总量的 65%、30%和 5%。

**关键词:** 华北地区;棉田;地膜残留;时空分布

**中图分类号:** X708 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2043(2008)02-0570-04

## The Residue of Mulching Plastic Film of Cotton Field in North China

MA Hui, MEI Xu-rong, YAN Chang-rong, HE Wen-Qing, LI Kang

(Institute of Environment and Sustainable Development in Agriculture, CAAS, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Handan in Hebei province was selected to investigate the status and the spatio-temporal pattern of residual mulching plastic film in the typical cotton field that was mulched with agricultural plastic film for different years. The paper's aim was to identify the spatio-temporal pattern of residual mulching plastic film. The results indicated that the average amount of residual plastic film in cotton field was from 59.1~103.4 kg·hm<sup>-2</sup>, which increased with the increasing of mulched years. And the total amount of residual plastic film in cotton field were 59.1, 75.3 kg·hm<sup>-2</sup> and 103.4 kg·hm<sup>-2</sup> for 2 years, 5 years and 10 years respectively. The total piece amount of residual plastic film in cotton field in 2 years, 5 years and 10 years were 3.93, 5.44 and 9.65 million per hectare respectively. Most of residual mulching plastic film was distributed in top soil, and the percentage of residual plastic film in three layers of soil (0~10 cm, 10~20 cm, 20~30 cm) were 75%, 20% and 5% respectively. With the mulched years increased, the amount of residual mulching plastic film in deep soil and small piece of residual mulching plastic film increased, and which percentages of three kinds piece of residual piece of mulching plastic film (<4 cm<sup>2</sup>, 4~25 cm<sup>2</sup>, >25 cm<sup>2</sup>) accounted for are about 65%, 30% and 5% respectively.

**Keywords:** North China; cotton field; residue of mulching plastic film; spatio-temporal pattern

我国从 20 世纪 80 年代开始在农业生产中引进地膜覆盖技术,至今已有 20 多年历史。由于地膜增温

保墒的作用能够促进农作物的生长发育,提高作物产量,因此被广泛应用于农业生产中。从最初应用于蔬菜等高附加值作物,逐渐扩大到大田作物,其中棉花覆膜栽培面积最大,占覆膜总面积的 70%以上<sup>[1-3]</sup>。截至 2004 年底,我国农膜使用量已达 93.1 万 t,农作物地膜覆盖面积达 1 200 万 hm<sup>2</sup>,覆盖作物多达 50 多种。

农用地膜是人工合成的高分子聚合物,主要原料为聚乙烯类物质,包括低密度聚乙烯(LDPE)和线性低密度聚乙烯(LLDPE)<sup>[4]</sup>。这类物质分子结构稳定,短期内在自然条件下很难降解,在土壤中可以残留

收稿日期:2007-05-14

基金项目:“十一五”国家 863 项目“全降解保水地膜”(2006AA100216);“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);农业部农业结构调整重大技术研究专项“华北粮食主产区农业环境监测评价体系”

作者简介:马 辉(1980—),男,河北石家庄人,硕士研究生,主要从事农田生态环境及节水农业方面的研究。

E-mail: mah@cjac.org.cn

通讯作者:何文清 E-mail:hwq201@cjac.org.cn

200~400 a<sup>[5]</sup>。但是土壤中的残膜不仅影响土壤水分及养分的运移<sup>[6]</sup>,而且阻碍土壤中气体运动,影响土壤透气性。同时也影响作物根系生长及其对水分及肥料的吸收利用,最终导致作物产量下降。有研究表明连续覆膜 3~5 a 而不进行残膜回收处理的农田土壤,小麦产量下降 2%~3%,玉米产量下降 10%左右,棉花产量减产 10%~23%<sup>[7]</sup>。当农田中残膜含量达到 58.5 kg·hm<sup>-2</sup> 时,可导致玉米减产 11%~23%,小麦减产 9%~16%,大豆减产 5.5%~9%,蔬菜减产 14.6%~59.2%<sup>[8]</sup>。

由于我国覆膜作物种植面积迅速增加,残膜本身不易清除和回收以及可降解地膜材料的研制、应用及评测体系相对滞后<sup>[9-11]</sup>,同时人们的环保意识不强,所以造成农田残膜回收率一直比较低<sup>[12]</sup>,残膜污染已经成为影响农业环境的重大威胁之一<sup>[13,14]</sup>。本文通过对华北典型地区棉田中农膜使用及其残留现状进行田间调查,分析当地棉田农用地膜的残留情况,力争为该地区棉田残膜回收提供相应的数据支持。

## 1 研究方法

### 1.1 研究区域基本特点

调查点位于河北省邯郸市成安县,当地主要农作物为棉花、小麦和玉米,一年两熟、连作、覆膜栽培为当地的主要栽培方式,以机械覆膜为主,每亩地膜用量在 1.5~2.0 kg 之间,所用地膜的厚度一般在 0.006 mm 以下,低于国家最低标准的 0.008 mm(GB 4455—1994)。

### 1.2 残留地膜样品采集

选择连续覆膜 2 a、5 a 和 10 a 3 种类型的棉田作为残膜采集点,每个采集点选取 3 个样方。采用人工方法收集残膜,采样点是面积为 1 m<sup>2</sup> 的正方形,深度为 30 cm,按照 0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm 3 个层次收集残膜。

### 1.3 样品处理

将采集到的残膜带回实验室,首先祛除附着在残膜上的杂物,展开卷曲的残膜,防止残膜破裂,然后进行超声波清水洗涤,洗净后用滤纸吸干残膜上的水分,在干燥阴凉处自然凉干,称量至恒重。分别以土壤深度(0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm)和残膜面积(小于 4 cm<sup>2</sup>、4~25 cm<sup>2</sup>和大于 25 cm<sup>2</sup>)为标准进行数量和重量的分类统计。

## 2 结果分析

### 2.1 残膜重量分布特点

调查结果显示,残膜量与覆膜年限有关,覆膜 2 a、5 a 和 10 a 的残留量分别为 59.1、75.3 和 103.4 kg·hm<sup>-2</sup>,连续覆膜 5 a 和 10 a 的棉田残膜量分别比覆膜 2 a 的棉田增加了近 27.4% 和 75.0%。方差分析表明覆膜 2 a、5 a 和 10 a 棉田土壤的残膜含量存在显著差异,10 a 棉田的残膜量显著高于 5 a 棉田,而 5 a 棉田的残膜量也显著高于 2 a 棉田,表明覆膜时间越长,土壤中残膜量越高(图 1)。

不同覆膜年限的棉田中残膜在土壤各层中分布比较一致,大部分残膜分布在 0~20 cm 的表层土壤中,20 cm 以下的土层中残膜较少。调查数据显示 0~10 cm 土层中残膜量最高,10~20 cm 土层次之,20~30 cm 土层中的残膜最少(图 2)。土壤越深,残膜越少,且随着覆膜年限的增加同一土层中的残膜量也相应增加。这主要是由于地膜回收量小于地膜覆盖量,且在旋翻耕等农业措施下使得土壤残膜分布呈现上述特点。

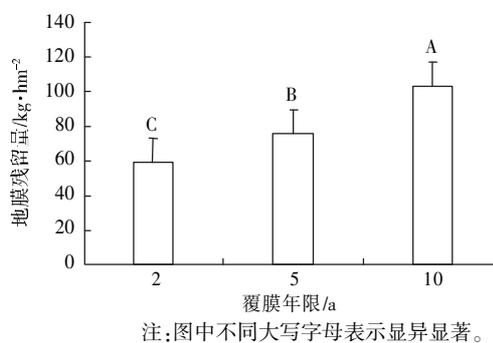


图 1 不同覆膜年限棉田土壤中残膜量分布图

Figure 1 The temporal pattern of residual mulching plastic film in cotton field

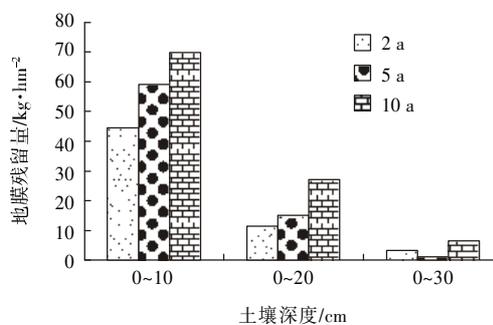


图 2 不同覆膜年限棉田残膜的空间分布图

Figure 2 The spatial pattern of residual mulching plastic film in cotton field

## 2.2 残膜数量分布特点

土壤中残膜片数是另一个影响农田土壤质量的重要因素。调查结果显示农田土壤中残膜片数与覆膜年限、残膜量和土壤深度密切相关。浅层土壤中的残膜多于深层土壤中的残膜。0~10 cm 土层中残膜片数一般占总量的 58.5%~76.4%, 10~20 cm 土层中残膜比例为 22.3%~35.1%, 20~30 cm 土层中残膜的比例最小, 一般在 1.3%~6.4%左右, 数据表明大部分残膜集中在 0~20 cm 的土层中。调查结果还显示, 棉田土壤中残膜数量还受覆膜年限影响。随着覆膜年限增加, 残膜总数增加, 各层土壤中残膜也不同程度地增加。覆膜 10 a 的棉田土壤中, 0~10 cm 土层中残膜比例为 58.5%, 明显低于 2 a 和 5 a 的 67.0%和76.4%。而在 10~30 cm 土层中, 则是连续覆膜 10 a 棉田土壤中的残膜片数比例较高, 这表明覆膜年限越长, 残膜进入深层土壤的机会越多, 深层土中的残膜越多。见表1。

## 2.3 棉田土壤中残膜的形态特点

本研究以面积为标准将残膜分为 3 类: 大块膜 (>25 cm<sup>2</sup>)、中块膜 (4~25 cm<sup>2</sup>) 和小块膜 (<4 cm<sup>2</sup>), 采样点是面积为 1 m<sup>2</sup> 的正方形, 深度为 30 cm。研究发现覆膜年限越长, 残膜数量越多; 大部分残膜为小块膜, 明显多于中块膜和大块膜; 3 种残膜 (<4 cm<sup>2</sup>、4~25 cm<sup>2</sup>、>25 cm<sup>2</sup>) 数量之比约为 7:2:1。影响残膜破碎的因素除其本身材质外, 翻旋耕等人为因素以及农田光温水气热以及生物等自然因素也会导致残膜破碎程度, 所以覆膜年限越长, 各因素作用时间也就越长, 导致

残膜破裂加速, 小块膜数量及其所占比例也相应增加。(表 2)

为了研究残膜的破碎程度, 本文引入了破碎度这一概念来表示残膜破碎裂解的程度, 用下面的公式表示, 即

$$F = \frac{M}{N}$$

式中,  $F$  代表破碎度, mg·块<sup>-1</sup>;  $M$  代表样方内残膜总重量, mg;  $N$  代表样方内残膜总数量。残膜破碎度值越小, 则残膜平均质量越小, 表明残膜破碎程度越大。由表 3 可知, 10 a 棉田的残膜破碎度最小, 5 a 次之, 2 a 最大。调查说明覆膜时间越长, 残膜破碎度越小, 小膜越多, 残膜的破碎裂解程度越大。这是由于覆膜年限越长, 造成残膜破碎的因素也就更多, 且作用时间更久。这些因素中既有残膜自身材质等因素、也有各种物理、化学和生物等自然因素及翻旋耕、捡拾等人为因素, 残膜在以上各个因素的共同影响下使得覆膜年限越长残膜破碎度越小, 残膜破碎程度越深。

表 3 不同覆膜年限棉田土壤中残膜的破碎度

Table 3 The index of residual mulching plastic film fragmentation in cotton field

取样点/mg·块 <sup>-1</sup>	年限/a		
	2	5	10
样方 1	20	10	7
样方 2	13	16	11
样方 3	20	15	13
平均	16	12	10

表 1 不同覆膜年限的棉田中残膜数量的空间分布

Table 1 The spatial pattern of residual mulching plastic film in soil of cotton field

深度/cm	2 a		5 a		10 a	
	数量/万片	比例/%	数量/万片	比例/%	数量/万片	比例/%
0~10	263	67.0	416	76.4	564	58.5
10~20	113	28.7	121	22.3	338	35.1
20~30	17	4.3	7	1.3	63	6.4
合计	393	100.0	544	100.0	965	100.0

表 2 不同覆膜年限棉田土壤中残膜的形态特点

Table 2 The configuration features of residual mulching plastic film in cotton field

面积/cm <sup>2</sup>	2 a		5 a		10 a	
	数量/片	比例/%	数量/片	比例/%	数量/片	比例/%
>25	33	8.4	51	9.4	73	7.6
4~25	73	18.6	132	24.2	224	23.2
<4	287	73.0	361	66.4	668	69.2
合计	393	100.0	544	100.0	965	100.0

### 3 结论

(1)调查区域棉田土壤中地膜残留量较大,且受到覆膜年限影响。地膜平均残留量在 $59.1\sim 103.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 之间,且覆膜时间越长,残膜量越多。覆膜2 a、5 a和10 a的棉田土壤中平均残膜量分别为59.1、75.3和 $103.4\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

(2)残膜主要集中在浅层土壤中。0~10 cm土层中残膜最多,约占总量的75%;10~20 cm土层中残膜次之,约占20%;20~30 cm土层中残膜最少,只占5%左右。

(3)残膜数量(片数)分布也呈现出显著的时空特点。覆膜年限越长,残膜越多,且浅层土壤中残膜显著多于深层土壤中的残膜。随着覆膜年限增加,深层土壤中残膜也相应增加。

(4)土壤中小块膜( $<4\text{ cm}^2$ )最多,中块膜( $4\sim 25\text{ cm}^2$ )次之,大块膜( $>25\text{ cm}^2$ )最少。随着覆膜年限的增加,不同大小的残膜均呈现出明显的增加趋势。3种覆膜年限的棉田中,覆膜10 a的残膜破碎度最小,5 a次之,2 a最大。这表明覆膜年限越长,残膜的破碎程度也就越深。

(5)本研究通过实地调查取样,详细收集当地棉田土壤中残膜的质量和数量的相关数据,并揭示出残膜的时空变化规律,从而为当地治理残膜污染的工作提供了数据支持,为当地相关部门建立健全治理农膜污染的政策法规提供相应的参考和数据支持。

### 参考文献:

- [1] 杜晓明,徐刚,许端平,等.中国北方典型地区农用地膜污染现状调查及其防治对策[J].农业工程学报,2002,2(2):225-227.
- [2] 袁俊霞.农用残膜的污染与防治[J].农业环境与发展,2003,1:31-32.
- [3] 肖军,赵景波.农用塑料地膜污染及防治[J].四川环境,2005,24(1):102-105.
- [4] 徐刚,杜晓明,等.典型地区农用地膜残留水平及其形态特征研究[J].农业环境科学学报,2005,24(1):79-83.
- [5] 王频.残留污染治理的对策和措施[J].农业工程学报,1998,14(3):185-188.
- [6] 刘子英,刘保明,等.地膜覆盖对耕层土壤盐分影响的研究[J].安徽农业科学,2005,33(6):995-1019.
- [7] 农七师130团残膜调查组.残膜污染土壤的调查[J].新疆农垦科技,1990,4:3-4.
- [8] 麻世华,叶东平,等.农用塑料薄膜的残留危害及控制措施[J].现代化农业,1997,10:5-6.
- [9] Alain Copinet,Céline Bertrand,Antoine Longieras, et al. photodegradation and biodegradation study of a starch and poly (Lactic Acid) coextruded material[J]. *Journal of Polymers and the Environment*, 2003,11(4):169-179.
- [10] Pierre Feuilloley, Guy Cesar, Ludovic Benguigui, et al. Degradation of polyethylene designed for agricultural purposes[J]. *Journal of Polymers and the Environment*, 2005,13(4):349-355.
- [11] 侯书林,胡三媛,孔建铭.国内残膜回收机研究的现状[J].农业工程学报,2002,18(3):186-190.
- [12] 张东兴.农用残膜的回收问题[J].中国农业大学学报,1998,3(6):103-106.
- [13] 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.
- [14] 刘伟峰,赵满全,田海清.农用地膜带来的环境污染和回收利用的分析研究[J].中国农机化,2003,5:34-36.